

Universidad de Panama

Vicerrectoria de Investigacion y Postgrado

**Programa Centroamericano de
Maestria en Entomologia**

**Relación entre el tamaño de
Vriesea sanguinolenta Cogn & Marchal (Bromeliaceae) y
la estructura de la comunidad de insectos asociados**

**Por
Jenny Bermudez Monge**

**Panamá, Republica de Panama
2010**

**RELACIÓN ENTRE EL TAMAÑO DE
VRIESEA SANGUINOLENTA COGN & MARCHAL
(BROMELIACEAE) Y LA ESTRUCTURA DE LA
COMUNIDAD DE INSECTOS ASOCIADOS**

TESIS

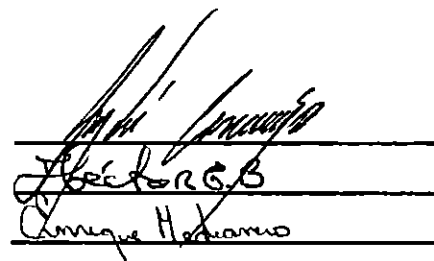
**Sometida para optar por titulo de Magister en Ciencias
con especializacion en Entomologia**

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIÓN Y POST GRADO

**Permiso para su publicación y reproducción total o parcial, debe
ser obtenido en la Vicerrectoria de Investigación y Postgrado**

Aprobado

**Msc Aydeé Cornejo-Remice Asesor
Ph D Hector Barrios Jurado
Msc Enrique Medianero Jurado**



The image shows three handwritten signatures on horizontal lines. The top signature is 'Aydeé Cornejo-Remice', the middle is 'Hector Barrios', and the bottom is 'Enrique Medianero'. The signatures are written in black ink.

DEDICATORIA

**Con mucho aprecio a mis padres Eloy y Lucila que me han apoyado en
todo momento y me han enseñado desde pequeña a luchar
y a dar siempre lo mejor de mí para alcanzar las metas**

**A mi hermano Juan por su gran cariño y por darme siempre
palabras de aliento para seguir adelante**

*' Nunca consideres el estudio como una obligacion sino como una oportunidad
para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber ' Albert Einstein*

AGRADECIMIENTOS

Al Profesor Héctor Barrios gran profesional y amigo por su generosa contribución en el trabajo de campo en la identificación de Coleoptera y en la elaboración del presente trabajo A Enrique Medianero y Aydeé Cornejo por su constante apoyo y valiosos consejos para la ejecución de la presente investigación

A los profesores Iván Luna (que en paz descanse) por sus importantes recomendaciones y por siempre estar disponible para ofrecerme ayuda Cheslavo Korytkowski por su aporte en la identificación de Diptera y por sus constantes palabras de motivación Yolanda Aguila y Roberto Cambra por su ayuda en la identificación de insectos A Catherine Potvin por su contribución desinteresada en la parte estadística de la presente investigación

A Ricardo Rovira y Arsenio García del Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud, por su ayuda en la identificación de Culicidae Además a Sergio Bermudez por brindarme el acceso a las instalaciones y equipo del Instituto y por su valiosa colaboración en el campo

Al Programa Regional del Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) a Neddy Zamora, Irena Rusak y Juan Andrade por ofrecerme la oportunidad de una beca que me ayudó a crecer tanto en el ámbito académico como en el personal

A mis compañeros de manera especial a Alex Rodríguez por su ayuda incondicional y gran aporte en la identificación de Hymenoptera, Erick Rodríguez, Rosa Gill Rubén Collantes y Nataniel Kadoch con quienes compartí momentos muy lindos y mostraron ser siempre grandes personas tanto profesional como personalmente

A Cefe Rodríguez por su generosidad y cariño en todo momento gracias por brindarme un gran apoyo a lo largo de mi estadía en Panamá

A Judith Riedel por ofrecerme su valiosa ayuda a Gisela Brand y Geo Solis quienes siempre me apoyaron y motivaron a seguir adelante en este proceso

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
Resumen	1
Summary	1
Introducción	2
Objetivos	5
Antecedentes	6
Materiales y Métodos	12
• Sitio de estudio	12
• Epífita en estudio	14
• Colecta de muestras	15
• Tratamiento en el Laboratorio	16
• Asignación de grupo trófico	17
• Metodología estadística	17
Resultados	19
• Composición taxonomica en <i>Vriesea sanguinolenta</i>	19
• Estructura de la comunidad de insectos asociados a <i>Vriesea sanguinolenta</i>	24
• Relación entre las variables físicas y la abundancia de los insectos asociados a <i>Vriesea sanguinolenta</i>	26
• Efecto del tamaño de las bromelias sobre los grupos tróficos de insectos Asociados	28
Discusión	35
Conclusiones	43
Recomendaciones	---
Literatura citada	45
Anexos	54

ÍNDICE DE FIGURAS

	PAGINA
Figura 1 Ubicación del sitio de estudio en Gamboa, Panamá 2009	13
Figura 2 Epífita en estudio <i>Vriesea sanguinolenta</i> Gamboa, Panamá 2009	14
Figura 3 Abundancia total de insectos según órdenes colectados en bromelias de <i>Vriesea sanguinolenta</i> Gamboa, Panamá 2009	20
Figura 4 Abundancia de insectos según órdenes colectados en los tres tamaños de bromelias de <i>Vriesea sanguinolenta</i> a. En bromelias grandes b En bromelias medianas c En bromelias pequeñas Gamboa, Panamá 2009	22
Figura 5 Abundancia de insectos acuáticos según familia, colectados en bromelias de <i>Vriesea sanguinolenta</i> a. En bromelias grandes b En bromelias medianas c En bromelias pequeñas Gamboa, Panamá 2009	23
Figura 6 Abundancia (a) y Riqueza (b) de insectos asociados según tamaño de <i>Vriesea sanguinolenta</i> Gamboa, Panamá 2009	24
Figura 7 Comparación de la riqueza de especies basado en curvas de rarefacción en los tres tamaños de <i>Vriesea sanguinolenta</i> Gamboa, Panamá 2009	26
Figura 8 Bi plot del Análisis de Correspondencia Canónica correspondiente a la relación entre las variables físicas y los órdenes de insectos asociados a <i>Vriesea sanguinolenta</i> Gamboa, Panamá 2009	28
Figura 9 Abundancia de insectos según grupo trófico en bromelias grandes (a) medianas (b) y pequeñas (c) de <i>Vriesea sanguinolenta</i> Gamboa, Panamá 2009	29
Figura 10 Riqueza de insectos según grupo trófico en bromelias grandes (a) medianas (b) y pequeñas (c) de <i>Vriesea sanguinolenta</i> Gamboa, Panamá 2009	30
Figura 11 Abundancia de insectos acuáticos según grupo trófico en bromelias grandes (a) medianas (b) y pequeñas (c) de <i>Vriesea sanguinolenta</i> C F colectores filtradores C R colectores recolectores D depredadores T D trituradores detritívoros T H trituradores herbívoros Gamboa, Panamá 2009	31

Figura 12 Riqueza de insectos acuáticos segun grupo trófico en bromelias grandes (a) medianas (b) y pequeñas (c) de <i>Vriesea sanguinolenta</i> C F colectores filtradores C R colectores recolectores D depredadores T D trituradores-detritivoros T H trituradores herbivoros Gamboa, Panamá 2009	32
Figura 13 Abundancia de insectos acuáticos encontrados en <i>Vriesea sanguinolenta</i> de junio hasta noviembre y la precipitación acumulada por mes desde enero hasta diciembre Gamboa, Panama 2009	33
Figura 14 Riqueza de insectos acuáticos encontrados en <i>Vriesea sanguinolenta</i> de junio hasta noviembre y la precipitación acumulada por mes desde enero hasta diciembre Gamboa, Panamá 2009	34

INDICE DE CUADROS

	PÁGINA
Cuadro 1 Riqueza (r) abundancia (ab) e índice de diversidad Alpha de Fisher (α) para cada bromelia de los tres tamaños Gamboa, Panama 2009	25
Cuadro 2 Promedio y desviación estándar de las variables evaluadas para los tres tamaños de <i>Vriesea sanguinolenta</i> Gamboa, Panamá 2009	27
Cuadro 3 Resultados del Analisis de Correspondencia Canónico (ACC) relacionando las abundancias de los órdenes de insectos asociados a <i>Vriesea sanguinolenta</i> con variables físicas Gamboa, Panama 2009	27
Cuadro 4 Coeficientes canónicos para las variables físicas Gamboa, Panamá 2009	28

RESUMEN

Las hojas de muchas bromelias se disponen en forma de roseta y forman un tanque que almacena agua y detritus lo que permite el establecimiento tanto de fauna acuática como terrestre. Se estudió la relación entre el tamaño de *Vriesea sanguinolenta* y la estructura de la comunidad de insectos asociados en Gamboa, provincia de Colón durante los meses de junio a noviembre de 2009. Las bromelias se dividieron en tres categorías según la longitud de la hoja más larga (grandes medianas y pequeñas) y se colectaron en total 24 de cada tamaño. Para determinar la variación en la abundancia, riqueza y diversidad de insectos según el tamaño se realizó ANOVA simple y para relacionar las variables físicas con la abundancia de insectos un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC). Se encontró un total de 65 774 insectos correspondientes a 153 taxa, dominando el orden Hymenoptera, seguido por Diptera y Coleoptera. Las bromelias grandes presentaron mayor abundancia, riqueza y diversidad de insectos que las bromelias medianas y pequeñas debido a que al aumentar el tamaño de la planta, la complejidad del sistema aumenta, encontrándose mayor cantidad de micro-sitios donde se pueden refugiar diversos organismos. La cantidad de detritus almacenado fue el factor que más influyó en la varianza de las abundancias de los órdenes de insectos encontrados pues el detritus provee una medida de los recursos disponibles como base de la cadena alimenticia. Dominaron los insectos detritívoros con respecto al resto de grupos tróficos en todos los tamaños de bromelias además la abundancia, en los insectos acuáticos de los colectores recolectores y colectores filtradores fue mayor en las bromelias grandes y medianas mientras que en las pequeñas dominaron los trituradores-detritívoros posiblemente por la abundancia de MOPF en las bromelias de mayor tamaño.

SUMMARY

Leaves of many bromeliads are arranged in a rosette shape and forming a reservoir that holds water and detritus allowing the establishment of aquatic and terrestrial fauna inside them. We tested the relationship between the size of *Vriesea sanguinolenta* and the structure of the insect community in Gamboa, Colón Province between June and November 2009. Bromeliads are divided into three categories according to the length of the longest leaf (large medium and small) and collected a total of 24 of each size. We performed an ANOVA to determine the variation in the abundance richness and diversity of insects by the bromeliad size and a Canonical Correspondence Analysis (CCA) to relate the physical variables with the abundance of insects. We found a total of 65 774 individuals of 153 insect taxa, the Hymenoptera order was dominating, followed by the orders of Diptera and Coleoptera. The large bromeliads had higher abundance richness and diversity of insects than medium and small bromeliads did. By increasing the size of the plant, the complexity of the system increases as well creating more micro-sites that can work as shelters for a diversity of microorganisms. The amount of accumulated detritus was the most influential factor determining the variance of the abundance of insect orders found, the detritus provides a measure of resource availability as the base of the food chain. Detritivores insects dominate over the other trophic groups in bromeliads of all sizes. Furthermore in aquatic insects the abundance of collector gatherers and collector filtering was higher in large and medium sized bromeliads whereas in the small bromeliads shredders-detritivores dominated, possibly due to the abundance of FPOM in larger bromeliads.

INTRODUCCIÓN

La biomasa del dosel de los bosques tropicales está constituida en gran parte por las epífitas vasculares incluso estas pueden alcanzar y hasta exceder la biomasa del follaje de las plantas hospederas (Bezing 1990) expandiendo así la variedad de microhábitats existentes (Stuntz *et al* 2002) lo que hace que las epífitas jueguen un papel significativo en el establecimiento y mantenimiento de una alta diversidad de artrópodos en el dosel de los bosques tropicales (Bezing 1990) La Familia Bromeliaceae es uno de los grupos de plantas vasculares más importantes con aproximadamente 60 géneros representados por cerca de 2 900 especies, de las cuales la gran mayoría están restringidas a los bosques neotropicales (Wittman 2000 Jabiol *et al* 2009)

La disposición en forma de roseta de las hojas de muchas especies de bromelias hace que se forme un tanque que almacena agua y detritus (Wittman 2000) constituyendo lo que se conoce como fitotelmata, que hace referencia a pequeños cuerpos de agua que se almacenan temporal o permanentemente en plantas o partes de ellas (Maguire 1971) Se cree que la familia Bromeliaceae es la única que cuenta con cerca de 1 000 especies que almacenan agua (Fish 1983) A pesar de que los fitotelmata pueden formarse potencialmente en cualquier lugar la diversidad de especies de plantas y la humedad de la mayoría de las regiones tropicales hacen de estos hábitats más prolíferos en los bosques tropicales (Greeney 2001)

Los tanques de bromelias son considerados ambientes limnológicos aislados microhábitats para gran cantidad de especies que viven en un tipo de asociación simbiótica (Mestre *et al* 2001 Picado 1913) donde las bromelias y los individuos que se encuentran en ellas se benefician (Bezing 1990 Wittman 2000) Las bromelias pueden explotar a los organismos de al menos tres maneras como dispersores de semillas como polinizadores o como alimento (Frank y Lounibos 2009) Con respecto a los animales muchos organismos acuáticos se desarrollan en el agua almacenada, lo que se conoce como acuaria además hay especies terrestres que ocupan, de forma casi o permanente áreas que no retienen agua, llamadas terraria Así mismo las bromelias son lugares ocasionales para ciertos organismos que las utilizan como sitio para encontrar alimento humedad o refugio a los

que se les conoce como ‘visitantes’ o ‘turistas’ y también son utilizadas como alimento por algunas especies fitófagas (Frank y Lounibos 2009). Se han reportado en bromelias cerca de 400 especies de insectos y anfibios, muchos de los cuales son estrictamente dependientes de este hábitat (Balke *et al* 2008).

Las bromelias son microcosmos naturales que se caracterizan por tener un tamaño pequeño, movimiento restringido y rápida dinámica temporal (Srivastava *et al* 2004), lo que las hace opciones potenciales de importancia para estudios de procesos ecológicos (Kitching 2000). A pesar de que estudios de las comunidades ecológicas en los ecosistemas tropicales son particularmente difíciles debido a la gran diversidad de especies no descritas, sobre todo en estos hábitats se hacen estrictamente necesarios, pues un alto porcentaje de las especies de la Tierra vive en los ecosistemas tropicales y se encuentran amenazadas por la rápida destrucción a la que se enfrentan (Bowles *et al* 1998, Godfray *et al* 1999).

Según Lawton (1983), los componentes estructurales de la vegetación están fuertemente relacionados con la densidad y diversidad de artrópodos presentes. La complejidad del hábitat es un factor que influye sobre la estructura de la fauna asociada, pues cuando este se incrementa, la heterogeneidad del sistema aumenta (mayor cantidad de nichos), se reduce la tasa de encuentros competitivos y la tasa de extinción; hay mayores oportunidades para la especialización y aumenta la inmigración (MacArthur y Wilson 1967, Triemerweiler *et al* 2005, Schowalter 2006, Srivastava 2006), por lo tanto su incremento va a generar un aumento en la densidad y diversidad de la fauna asociada. Con respecto a las bromelias, estas están constituidas por varios compartimentos: cada hoja separa una sección que contiene agua y detritus, obteniendo así un hábitat complejo para sus habitantes. Por lo tanto, la medida de complejidad de este sistema es el número de hojas que posee (Laessle 1961, Frank 1983) y en este caso está relacionado con el tamaño, pues al incrementarse el mismo, el número de hojas aumenta. De esta manera, bromelias de mayor tamaño serán más complejas, teniendo más espacio para almacenar agua de lluvia y hojarasca, lo que implica mayor colonización y diversidad de recursos (Lawton y Schröder 1977) y mayor número de compartimentos, aumentando la abundancia, riqueza y diversidad de invertebrados presentes. Además, aspectos como la calidad del recurso alimenticio y las

condiciones físicoquímicas pueden alterar también la fauna asociada (Ospina Bautista *et al* 2004)

Existe poca información en Panamá acerca de los insectos asociados a epífitas aunque muchas veces esta se genera pero no se publica. Esta es una de las principales razones que motivó a la realización del presente estudio. Además hay escasas investigaciones sobre este tópico en epífitas ubicadas cerca de asentamientos humanos. Generalmente los estudios se han realizado en zonas protegidas ya sea en bosques de montaña o de tierras bajas. Por lo tanto la presente investigación pretende aportar al conocimiento de la taxonomía y ecología existente en este microhábitat, además de brindar un aporte a la entomología médica, pues las bromelias sustentan comunidades complejas de insectos acuáticos particularmente de mosquitos (Diptera, Culicidae) que pueden ser vectores de enfermedades como malaria, fiebre amarilla, dengue, filariasis entre otras (Liria 2007).

OBJETIVOS

General

Estudiar la relación entre el tamaño de la bromelia *Vriesea sanguinolenta* y la estructura de la comunidad de insectos asociados

Específicos

- 1 Identificar las taxa de insectos asociados a *Vriesea sanguinolenta*
- 2 Determinar la variación de la estructura y composición taxonómica de los insectos asociados a *Vriesea sanguinolenta* segun el tamaño de la misma
- 3 Relacionar variables físicas (altura, cobertura boscosa, temperatura interna, volumen de agua almacenada, cantidad de detritus acumulado peso humedo y seco de la bromelia y numero de hojas) con la abundancia de la comunidad de los insectos asociados a las bromelias
- 4 Estimar el efecto del tamaño de las bromelias sobre los grupos tróficos de insectos asociados

ANTECEDENTES

Por muchos años las comunidades de insectos asociados a bromelias ha sido objeto de fascinación (Kitching 2000) Uno de los estudios pioneros fue el realizado por Picado (1913) quien estudió la fauna asociada a las especies *Aechmea Billbergia Guzmania Tillandsia Thecophyllum* y *Vriesea* en Costa Rica.

Laessle (1961) realizó observaciones en bromelias de los géneros *Aechmea Hohenbergia Guzmania Tillandsia* y *Vriesea* en Jamaica, encontrando que el ángulo del eje de la hoja y el grado de concavidad de la misma influye en la fauna residente a través de los efectos químicos sobre los fluidos almacenados En bromelias con grandes radios superficie/volumen los niveles de oxígeno aumentaron y bajaron los de dióxido de carbono lo que se vio reflejado en la abundancia y diversidad de los organismos presentes Además los niveles de estos gases también variaron durante la noche y el día

En Venezuela, Machado Allison *et al* (1986) encontraron 23 especies de Culicidae en particular de la Tribu Sabethini en las plantas de los géneros *Bambusa* (Graminae) *Alocasia Colocasia* y *Xathosoma* (Aaraceae) *Aechmea Tillandsia* y *Guzmania* (Bromeliaceae) *Heliconia* (Zingiberales) *Calathea* (Maranthaceae) así como frutos caídos de *Theobroma cacao* huecos de árboles y hojas caídas Encontrando los géneros *Weyomyia Sabethes Toxorhynchites Culex* y *Haemagogus* como los más abundantes

Richardson (1999) analizó bromelias de las especies *Guzmania* sp y *Vriesea* spp en tres tipos de bosque a diferentes elevaciones en Puerto Rico encontrando una correlación positiva entre la riqueza y abundancia de la comunidad animal asociada con el tamaño de la planta. Además la diversidad fue más baja en el bosque enano (a mayor elevación) con respecto a los otros tipos de bosque siendo las plantas uniformemente pequeñas La producción primaria neta declinó con la elevación lo cual junto con la calidad de la hojarasca y la complejidad estructural del hábitat pudieron ser factores determinantes de la riqueza de especies

Richardson *et al* (2000) compararon una bromelia, *Guzmania* sp y una heliconia, *Heliconia* sp en una misma área boscosa de Puerto Rico en términos de ensamblaje animal entrada de nutrientes y arquitectura de la planta. La entrada de nutrientes provenientes del dosel y de la lluvia en las bromelias fue significativamente más baja que en las heliconias. Las bromelias tuvieron pocos organismos por unidad de volumen de agua y por unidad de peso seco de la materia orgánica que las heliconias. Además la riqueza de especies fue independiente de la abundancia.

El papel de las bromelias como un microhabitat del dosel fue investigado por Wittman (2000) en Perú en donde la fauna asociada a *Tillandsia adpressiflora*, *Guzmania* sp y *Vriesia* sp fue dominada por artrópodos (principalmente insectos y arañas) en varios estadios de desarrollo. Concluyó que la función de los tanques de bromelias como un microhabitat del dosel está indicada por la abundancia y diversidad de fauna encontrada en los fitotelmata.

En Venezuela, Bluthgen *et al* (2000) estudiaron las hormigas encontradas en las bromelias *Guzmania lingulata*, *Tillandsia adpressiflora*, *Vriesia procera* y *V. rubra* determinando que no hubo asociación entre una especie de bromelia y una especie de hormiga en particular y que no existió una estratificación vertical de la comunidad de hormigas y las bromelias muestreadas tanto en el suelo como a determinada altura en los árboles.

En Brasil, Mestre *et al* (2001) estudiaron la fauna asociada a *Vriesia inflata* en función de la estación del año su altura con respecto al suelo y factores ambientales. Encontraron gran riqueza en la fauna asociada, dominada por Coleoptera (Scirtidae), Diptera e Hymenoptera, además de mayor abundancia de macroinvertebrados en bromelias terrestres durante la primavera y en bromelias epifitas durante el otoño. No se encontró relación entre la riqueza de la fauna asociada y la altura con respecto al suelo ni con las variables ambientales (temperatura de la roseta, temperatura ambiental, altitud y número de hojas).

Armbruster *et al* (2002) examinaron los factores que afectan la estructura de la comunidad de la fauna asociada a tanques de bromelias suramericanas. Muestrearon 209 plantas de *Guzmania* spp, *Streptocalyx* spp y *Tillandsia* spp en Ecuador determinando que factores

como el volumen de la planta, el número de hojas el contenido de detritus y el volumen del agua almacenada fueron los que explicaron en mayor grado la variación de la riqueza de morfoespecies

La comunidad de macroinvertebrados acuáticos asociados a la bromelia *Tillandsia turneri* fue estudiada por Ospina Bautista *et al* (2004) en Colombia, donde el orden Diptera fue el más diverso y Coleoptera el más abundante. Los grupos funcionales dominantes fueron los trituradores-herbívoros (*Scirtes* sp.) y los colectores filtradores (Culicidae y Daphnidae). Además, el área de la planta y el contenido de agua explicaron mejor la abundancia de macroinvertebrados acuáticos.

En Florida, Frank *et al* (2004) colectaron bromelias de *Tillandsia fasciculata*, *T. recurvata*, *T. setacea* y *T. utriculata* encontrando que las especies que almacenan agua entre las hojas (*T. fasciculata*, *T. utriculata*) alojaron larvas y pupas de Psychodidae, Culicidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Muscidae y Aulacigastridae. Además, solo *T. utriculata* mostró una relación clara entre el tamaño de la planta y la cantidad de invertebrados, siendo más fuerte tomando en cuenta solamente los insectos acuáticos. Se encontró una cantidad importante de invertebrados terrestres, lo que demostró que estas plantas sostienen una diversa fauna de invertebrados.

Araujo *et al* (2007) analizaron 70 individuos de *Vriesea* sp. en Brasil, donde predominaron las larvas del orden Diptera. La abundancia de la fauna fitotelmata se incrementó principalmente en relación al volumen de agua almacenado dentro de la bromelia y la riqueza se incrementó en función al diámetro del reservorio. La riqueza y abundancia de invertebrados asociados con las hojas (no acuáticos) tuvo una relación significativa con el diámetro y tamaño de la planta.

La asociación entre mosquitos y otros invertebrados con las bromelias *Aechmea fendleri* y *Hohenbergia stellata* fue estudiada por Liria (2007) en Venezuela durante épocas de lluvia y sequía. El orden más abundante fue Diptera, representado en mayor parte por Chironomidae, Culicidae y Chaoboridae. La mayor abundancia y riqueza se encontró en la época de sequía, con el aumento de la diversidad en Culicidae. La diversidad y

equitabilidad de macroinvertebrados fue mayor *H stellata* pero similares entre estaciones para las comunidades de ambas especies de bromelia.

Azulim y Brisola (2007) colectaron mosquitos inmaduros de bromelias de la especie *Nidularium innocentii* var *paxianum* en Brasil encontrando que los géneros *Culex* (*Microculex*) *albipes* y *Cx* (*Mic*) *davisi* fueron los más abundantes. Además determinaron que hubo una correlación positiva entre la cantidad de mosquitos y la temperatura media, no así entre la cantidad de mosquitos y la lluvia.

Ospina Bautista *et al* (2008) estudiaron los invertebrados acuáticos asociados a las bromelias *Tillandsia turneri* y *T complanata* en un bosque de montaña en Colombia, con el fin de determinar diferencias entre las comunidades y su relación con las variables morfológicas y fisicoquímicas de la bromelia. Encontraron que en ambas especies el orden Diptera fue el más diverso y abundante y que la comunidad de invertebrados acuáticos fue similar. Para *T complanata* el ancho de la hoja y el contenido de hojarasca tuvieron relación con el número de especies. Para *T turneri* la riqueza fue explicada por el número de hojas, ancho de la vaina y contenido de agua.

Baumgarten *et al* (2008) estudiaron la mirmecofauna en un área de Santa Catarina en Brasil utilizando diversos métodos de colecta para hormigas del suelo (extractor Winkler y trampas pitfall) y hormigas en las bromelias *Aechmea lindeni*, *Aechmea nudicaulis*, *Canistrum lindeni*, *Nidularium innocentii* y *Vriesea vagans*. Encontrando mayor cantidad de las mismas en el suelo que en las bromelias.

Jabiol *et al* (2009) analizaron la diversidad de las comunidades de insectos acuáticos en diferentes especies de bromelias (*Catopsis berteroniana*, *Guzmania lingulata*, *Vriesea splendens*, *Vriesea pleiosticha* y *Aechmea melinonii*) en un bosque lluvioso primario de Guyana Francesa. Usaron inteligencia artificial y complejas técnicas de optimización para clasificar las comunidades y modelar sus determinantes. Algunas taxa se encontraron en todas las bromelias mientras que otras fueron menos generalistas. La abundancia y el número de taxa se incrementaron en relación al volumen de agua almacenada, pero dependiendo de la especie de bromelia. Además, grandes cantidades de materia particulada

fin (MOPF) fue en detrimento de la diversidad de la comunidad, probablemente debido a la disminución del espacio disponible y/o el efecto sobre la concentración de oxígeno

Con el fin de determinar si las bromelias constituyen un hábitat de importancia para vectores del dengue (*Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*) Goulart *et al* (2009) muestrearon 10 especies de bromelias en jardines públicos a menos de 200 metros de las casas en un vecindario con dengue endémico en Rio de Janeiro. Se colectó un porcentaje de 5.87 inmaduros por planta, donde *Culex (Microculex) pleuristriatus* y *Culex* spp fueron los más abundantes. Un porcentaje muy bajo de *A. aegypti* y *A. albopictus* demuestra que las bromelias no son un lugar importante para el desarrollo de estos mosquitos. Sin embargo, los resultados encontrados en este sitio no necesariamente son los mismos para otras regiones.

En Panamá, se han realizado estudios sobre algunas especies de epífitas vasculares en general (Zotz y Thomas 1999, Zotz 2007, Laube y Zotz 2007, Zotz y Schultz 2008). En referencia a fitotelmatas, en la Isla Barro Colorado se han realizado investigaciones en el agua almacenada en huecos de árboles estudiándose la depredación, territorialidad, competencia, reproducción, comportamiento y regulación de la población en odonatos principalmente (Fincke 1992a, 1992b, 1994, 1996 y 1999, Fincke *et al* 1997) además de la disponibilidad de recursos y estructura de la comunidad de insectos (Yanoviak 2001a, Yanoviak 2001b, Yanoviak 2001c).

Con respecto a *Vriesea sanguinolenta* existen pocos estudios realizados y han sido principalmente en la Isla Barro Colorado. Uno de ellos es el realizado por Schmidt y Zotz (2000) donde analizaron la herbivoría pero no tomaron en consideración a los organismos asociados con las bromelias. Por otro lado, Stuntz *et al* (2002) investigaron los artrópodos que habitan tres diferentes epífitas: *Tillandsia fasciculata* var. *fasciculata* y *V. sanguinolenta* correspondientes a la familia Bromeliaceae y *Dimerandra emarginata* de la familia Orchideaceae. Aunque la abundancia de artrópodos estuvo relacionada en primera instancia con la biomasa de la planta hospedera independientemente de la especie, se encontraron diferencias en la riqueza, composición y estructura trófica de la fauna en las tres especies. Se concluye que las epífitas son microhábitats para diversa y numerosa fauna.

y que las diferentes especies contienen ensamblajes de artrópodos taxonómica y ecológicamente distintos

MATERIALES Y METODOS

Sitio de Estudio

El presente estudio se realizó en un parche de árboles de *Lagerstroemia speciosa* (Lythraceae) con un área de 90 x 20 m ubicado en la comunidad de Gamboa, provincia de Colón (9°07' 12" 90" N 79° 42' 09" 71" O). Este parche corresponde a una zona de ecotono entre el pueblo (área alterada) y el Parque Nacional Soberanía (Fig. 1). Se escogió este lugar por su fácil acceso y por la gran cantidad de bromelias presentes.

La comunidad de Gamboa se sitúa en la orilla oriental del Canal de Panamá al norte del río Chagres y es una zona rural que guarda relación armoniosa con la naturaleza que le rodea como lo es el Parque Nacional Soberanía. Este parque encuentra en la parte sureste de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá, representando aproximadamente el 6.7% de la misma y abarcando parte de las provincias de Panamá y Colón, ubicado a 25 kilómetros por carretera de la ciudad de Panamá. Comprende un área de 19 545 hectáreas de bosque húmedo tropical con temperatura promedio de 25°C, la humedad relativa de $\pm 80\%$ y una precipitación anual promedio de 2131 mm. Los cerros y colinas dominan su topografía, cuya altitud máxima es de 85 msnm. El parque está dominado por imponentes árboles de *Ceiba pentandra* (ceiba), *Cavanillesia platanifolia* (cuipo), *Tabebuia rosea* (roble) y *Tabebuia guayacan* (guayacán). También son abundantes las lianas, epífitas y orquídeas, además de *Scheelea zonensis* (palma real), *Byrsonima crassifolia* (nance) y *Spondias mombin* (jobo), cuyos frutos alimentan a numerosas aves y mamíferos. Más de 1 300 plantas vasculares han sido censadas en estas masas forestales; entre ellas algunas especies endémicas de Panamá como *Annona spraguei* (chirimoya), *Eugenia alliacea* (guayabillo) y *Tachigala versicolor* (reseco) (ANAM 2010).



Figura 1. Ubicación del sitio de estudio en Gamboa, Panamá 2009.

Epífita en estudio

La especie utilizada en este trabajo fue *Vriesea sanguinolenta* Cogn. & Marchal (Bromeliaceae) (syn. *Werauhia sanguinolenta* (Cogn. & Marchal) Grant, Grant 1995), la cual se distribuye desde Costa Rica hasta Colombia y en varias islas del Caribe, tanto en tierras bajas como en el bosque húmedo Montano bajo (Croat 1978). Se caracteriza por ser un tanque en forma de roseta con la capacidad de almacenar gran cantidad de agua y detritus, puede llegar a medir de uno a dos metros de altura (Fig. 2). Esta especie coloniza muchos árboles, pero es particularmente abundante en *Annona glabra* (Zotz *et al.* 1999). Se escogió esta planta por ser muy abundante y por encontrarse a diferentes alturas con respecto al suelo y en árboles de fácil acceso para escalar.

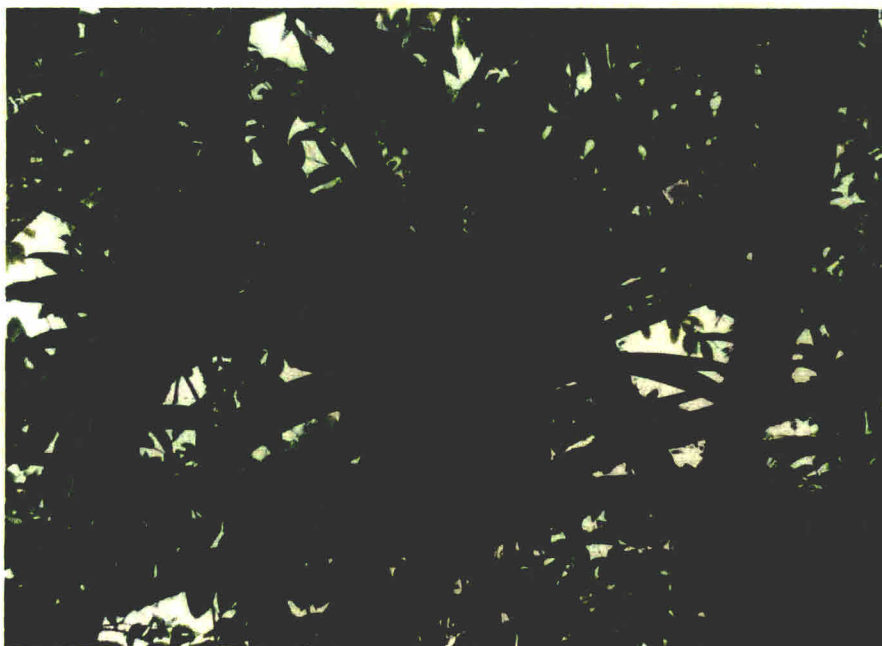


Figura 2. Epífita en estudio, *Vriesea sanguinolenta*. Gamboa, Panamá 2009.

Colecta de muestras

Después de haber realizado un estudio preliminar con 6 especímenes de bromelias se definieron 3 tamaños (categorias) determinados de acuerdo a la longitud de la hoja más larga. Las tres categorias fueron a) bromelias pequeñas (de 0.10 a 0.39m) b) medianas (de 0.40 a 0.69m) y c) grandes (de 0.70m en adelante). Mediante la realización de un ANOVA simple se determinó que existieron diferencias significativas entre los tres tamaños de bromelias ($F_{2, 69} = 6.1883$ $p=0.0337$). Dos veces al mes (cada 15 días) se colectaron bromelias de la especie *V. sanguinolenta* que se encontraron sobre árboles de la especie *Lagerstroemia speciosa*. En cada muestreo se colectaron seis bromelias, dos de cada tamaño, siendo un total de 24 bromelias por categoría durante los meses de junio a noviembre 2009. El muestreo se realizó solamente por seis meses debido a que el procesamiento de los insectos (separación e identificación) demandó más tiempo del planeado por la gran abundancia de organismos encontrados. Las plantas fueron removidas de su lugar de manera cuidadosa y se colocaron en bolsas plásticas en forma vertical dentro de recipientes amplios para ser transportadas luego al laboratorio de la Maestría en Entomología. En el campo se midieron las siguientes variables:

Altura con respecto al suelo (cm) Medida tomada desde el nivel del suelo hasta la posición de la bromelia en el árbol.

Longitud de la hoja más larga (cm) Se midió desde la base de la bromelia hasta la punta de la hoja más larga encontrada.

Temperatura del agua contenida (°C) Se midió la temperatura del agua con un termómetro (Thermocouple Thermometer Barnant 100).

Cobertura boscosa (%) Esta fue cuantificada mediante un porcentaje donde 0% representa la penetración completa de luz y 100% la cobertura total del dosel, medido mediante un densímetro (Spherical Densiometer Model A).

Tratamiento en el Laboratorio

Ya en el laboratorio las bromelias fueron procesadas de manera inmediata y se midieron las siguientes variables

Volumen del agua almacenada (ml) Una cantidad de agua contenida dentro de la bromelia se extrajo mediante una pipeta acuática de 50ml y el resto se obtuvo al girar la planta boca abajo dentro de su recipiente. Se midió el volumen con una bureta de 100ml

Número de hojas Se deshojó cada bromelia hoja por hoja y se contó la cantidad total de hojas vivas presentes en la misma

Peso húmedo y seco (g) Se pesaron las hojas en una balanza semi analítica y posteriormente fueron secadas totalmente en un horno para ser pesadas de nuevo

Peso seco de detritus (g) El detritus encontrado dentro de la bromelia fue extraído y todos los insectos presentes dentro del mismo fueron removidos. Posteriormente este fue secado y pesado en una balanza semi analítica

Procesamiento de los insectos Los insectos presentes fueron colocados en viales con alcohol al 70% junto con su respectiva etiqueta de identificación y datos de colecta. La identificación se realizó al máximo nivel posible incluyendo familias, géneros y morfoespecies. Se utilizaron claves de Lane (1953a y b), Forattini (1965), Borror *et al* (1989), Smithers (1990), Stehr (1991), Navarrete Heredia *et al* (2002), Fernández (2003), Hanson y Gauld (2006), Merritt y Cummins (2008) y Brown *et al* (2009). Debido a la dificultad para determinar si larvas y adultos de Coleoptera corresponden a la misma especie se clasificaron como morfoespecies diferentes. El material fue depositado en la colección de insectos de la Maestría Centroamericana de Entomología de la Universidad de Panamá.

Asignación del grupo trófico

Las morfo-especies fueron asignadas en grupos tróficos siguiendo a Stork (1987) para insectos en general donde a las categorías carroñeros comedores de hongo y madera muerta y raspadores de epífitas se les dio el nombre de detritívoros. En el caso del orden Coleoptera se siguió la clasificación según Hammond (1996). Los insectos acuáticos fueron colocados dentro de dos categorías una general y otra más específica siguiendo a Merritt y Cummins (2008). Para esta asignación se excluyeron las hormigas debido a que la mayoría de estas son probablemente consumidoras oportunistas y cuando se comparan números de individuos correspondientes a insectos sociales generan un problema debido a su ocurrencia en masa (Stuntz *et al* 2002).

Metodología estadística

Con respecto a la estructura de las comunidades de insectos se utilizó para cada bromelia las variables abundancia (cantidad total de individuos), riqueza (cantidad total de taxones) y diversidad la cual fue determinada utilizando el índice de diversidad Alpha de Fisher (Fisher *et al* 1943)

$$S = \alpha \text{Log}_e (1+N/\alpha)$$

Donde S es el número de especies, N es el número de individuos en la muestra y α es el índice de diversidad. Se utilizó este índice debido a que es independiente del tamaño de la muestra y no da un peso excesivo a las especies más comunes limitantes que presentan índices como el Shannon Weaver y Simpson (Wolda 1983).

Se determinó la variabilidad de estos parámetros en los tres tamaños de bromelias utilizando el Análisis de Varianza de una vía (ANOVA) siendo la abundancia, la riqueza y la diversidad las variables dependientes y el tamaño la variable independiente. Para cumplir con los supuestos de normalidad y homogeneidad de la varianza, en todas las pruebas se transformaron los datos: en el caso de la abundancia se utilizó $\text{Log}_{10}(x)$ para la riqueza \sqrt{x} y para la diversidad $\text{Log}(x+1)$. Se utilizó el programa STATISTICA (data analysis software system) version 7 StatSoft, Inc (2004) para la realización de estos análisis.

El nivel de similaridad entre los tamaños fue calculado usando la medida de similaridad multiple (rango=0-1) de acuerdo a Diserud y Ødegaard (2007)

$$C_S^T = \frac{T}{T-1} \left(1 - \frac{S_T}{\sum_i a_i} \right)$$

Donde a_i es el numero de especies en el sitio A_i , $i = 1 \dots T$, a_j es el numero de especies compartidas por el sitio A_i y A_j y a_{ijk} es el numero de especies compartidas por los sitios A_i , A_j y A_k etc

Con respecto a la eficiencia de muestreo se construyó una curva de rarefacción para cada tamaño de bromelia. El programa utilizado fue BioDiversity Professional Versión 2 (1997)

Para relacionar variables físicas con la estructura de la comunidad de los insectos asociados a las bromelias se realizó Análisis de Correspondencia Canónico (ACC) con el programa CANOCO ® version 4 con el que se evaluó la relación entre las abundancias relativas de los órdenes de insectos presentes con las variables altura, cobertura boscosa, volumen de agua, peso seco del detritus y numero de hojas. La selección de las variables fue realizada mediante correlaciones de Pearson se escogieron las variables menos correlacionadas

RESULTADOS

Composición taxonómica en *Vriesea sanguinolenta*

Se colectó un total de 65 774 individuos correspondientes a 13 órdenes 56 familias y 153 taxa. Un 30.1% fue identificado a género, lo demás a nivel de subfamilia o morfoespecie debido a la falta de claves a nivel de género y especie para el neotrópico de muchos grupos de insectos. Del total de taxa, 58 (38%) de ellas correspondieron a morfoespecies singleton y 17 (11%) a morfoespecies dobleton. Los órdenes con mayor cantidad de individuos fueron Hymenoptera con 37 524 (57.1%) Diptera con 24 788 (37.7%) y Coleoptera con 1 474 (2.2%) constituyendo estos el 97% del total de insectos colectados (Fig. 3). Un resumen de la composición taxonómica, abundancia, frecuencia y grupo trófico es presentado en el Anexo 1.

El orden Hymenoptera contó con tres familias y 29 taxa, de los cuales 27 correspondieron a la familia Formicidae. Esta familia presentó la mayor abundancia de todo el muestreo con 37 521 (57.1%) individuos, siendo el género *Hylomyrma* sp. el más abundante con 36 614 especímenes, lo que correspondió a un 55.7% del total de individuos colectados y un 97.6% del orden. Este género fue también el más frecuente encontrándose en 66 de las 72 bromelias (ANEXO 1). Diptera presentó 12 familias y 32 taxa, donde la familia Culicidae fue la más abundante con 9 544 (14.5%) individuos, seguida por Chironomidae con 7 533 (11.5%) y Ceratopogonidae con 5 018 (7.6%). El orden Coleoptera fue el más diverso presentando 19 familias y 69 taxa, donde predominó la familia Scirtidae con 1 078 (1.6%) especímenes.

Los órdenes con menor abundancia fueron Blattodea con un total de 689 (1.1%) individuos distribuidos en dos taxa: Isoptera con 481 (0.7%) especímenes en un solo taxón, todos de la familia Termitidae; Hemiptera con 246 (0.4%) ejemplares en nueve taxa; Embioptera con 195 (0.3%) individuos en un taxón, todos correspondientes a la familia Oligotomidae; Psocoptera con un total de 148 (0.23%) ejemplares en dos taxones; Lepidoptera con dos familias abarcando 127 (0.2%) individuos en tres taxones; Collembola con 99 (0.15%)

especímenes en dos taxones; Orthoptera, Thysanura y Odonata con un individuo cada uno constituyendo un 0.002%.

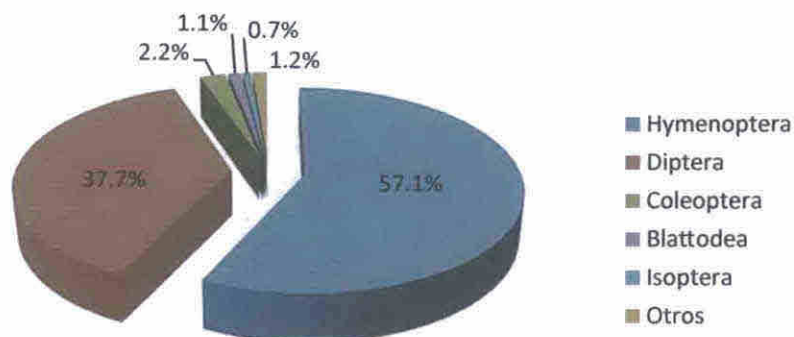


Figura 3. Abundancia total de insectos según órdenes colectados en 72 bromelias *Vriesea sanguinolenta*. Gamboa, Panamá 2009.

Bromelias grandes

En estas bromelias se encontró un total de 51,017 individuos distribuidos en 11 órdenes, 52 familias y 128 taxa (Anexo 1). Los órdenes más abundantes fueron Hymenoptera con 28,500 (55.9%), seguido por Diptera con 19,739 (38.7%) y Coleoptera con 1,193 (2.3%). Abarcando solamente estos tres órdenes el 96.9% del total de insectos (Fig. 4a).

El orden Hymenoptera contó con tres familias, siendo Formicidae la más abundante con 28,498 (55.9%) individuos distribuidos en 23 taxa, mostrando *Hylomyrma* sp. la mayor abundancia con 27,744 ejemplares, representando un 97.3% del orden. Diptera contó con 12 familias y 28 taxa, donde la familia más abundante fue Culicidae con un total de 7,357 (14.4%) ejemplares, predominando *Weyomyia* sp. El orden Coleoptera presentó 18 familias y 55 taxa, donde la familia Scirtidae fue la más abundante con 876 (1.7%) individuos, seguida por Tenebrionidae con 82 (0.2%) y Staphylinidae con 81 (0.2%).

Los órdenes con menos insectos fueron Blattodea con 552 (1.1%) individuos; Isoptera con 476 (0.9%) ejemplares, Heteroptera con 181 (0.4%), Embioptera con 125 (0.3%),

Lepidoptera con 110 (0 2%) representados en un 97 3% por la familia Pyralidae. Le siguió Psocoptera con 74 (0 15%) Collembola con 66 (0 1%) y finalmente Thysanura con solamente un individuo (0 002%)

Bromelias medianas

En estas plantas se reportaron 13 407 insectos distribuidos en 12 órdenes, 41 familias y 74 taxa (Anexo 1). Los órdenes dominantes fueron Hymenoptera con un total de 7 988 (60%) organismos seguido por Diptera con 4 855 (36 2%) individuos y Coleoptera con 244 (1 8%) ejemplares. Estos tres órdenes abarcaron el 98% del total de insectos (Fig 4b).

El orden Hymenoptera contó con dos familias siendo Formicidae la más abundante con 7 967 (59 4%) insectos de los cuales *Hylomyrma* sp. predominó con 7 844 individuos lo que correspondió a un 98 1% del orden. Diptera presentó 8 familias y 17 taxa, donde la familia Culicidae mostró la mayor abundancia con 2 122 (15 8%) organismos siendo *Weyomyia* sp. el más abundante con 1 411 ejemplares. En Coleoptera se encontraron 14 familias y 29 taxa, presentando la familia Scirtidae la mayor abundancia en el orden con 188 (1 4%) individuos.

Los órdenes con menor abundancia fueron Blattodea con 125 (0 9%) individuos Psocoptera con 62 (0 4%) Embioptera y Hemiptera ambos con 48 (0 36%) Collembola con 20 (0 2%) Lepidoptera con 10 (0 07%) e Isoptera con cinco (0 04%). Finalmente Orthoptera y Odonata con solamente un organismo (0 007%) en el último orden correspondiente al género *Argia* sp. de la familia Coenagrionidae.

Bromelias pequeñas

En estas epífitas se encontraron 1 350 individuos distribuidos en 9 órdenes, 27 familias y 44 taxa (Anexo 1). Los órdenes más abundantes fueron Hymenoptera con 1 036 (76 7%) individuos Diptera con 194 (14 4%) y Coleoptera con 37 (2 7%). Dichos órdenes correspondieron a un 93 8% del total de insectos (Fig 4c).

El orden Hymenoptera fue representado solamente por la familia Formicidae donde el genero *Hylomyrma* sp contó con 1 026 (76%) individuos En Diptera se contabilizaron 6 familias y 12 taxa, siendo la familia Tipulidae la más abundante con 76 (5 6%) organismos Coleoptera presentó 10 familias y 16 taxa, donde la mayor abundancia fue mostrada por la familia Scirtidae con 14 individuos lo que correspondió a un 38% del orden

Los órdenes menos abundantes fueron Embioptera con 22 (1 6%) especímenes Hemiptera con 17 (1 3%) de los cuales 16 correspondieron a Corimelaenidae Le siguió Collembola con 13 (0 9%) organismos Blattodea y Psocoptera con 12 (0 88%) individuos cada uno y finalmente Lepidoptera con siete (0 5%)

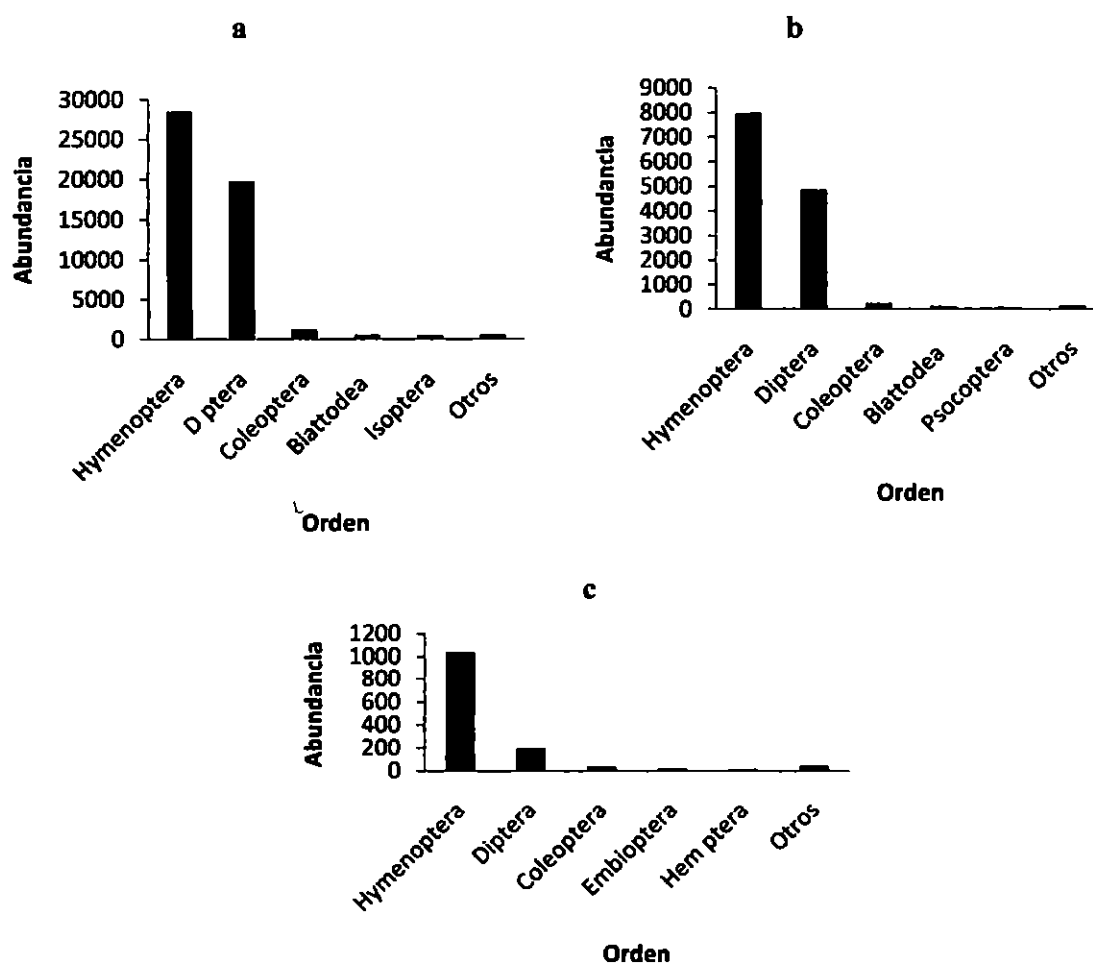


Figura 4 Abundancia de insectos según órdenes colectados en bromelias de *Vriesea sanguinolenta* a En bromelias grandes b En bromelias medianas c En bromelias pequeñas Gamboa, Panamá 2009

Con respecto solamente a los insectos acuáticos (pertenecientes a la fauna fitotelmata) el orden Diptera fue dominante sobre otros órdenes como Coleoptera, Hemiptera y Odonata. En las bromelias grandes la familia Culicidae fue la más abundante seguida por Chironomidae Ceratopogonidae y Psychodidae En las bromelias medianas la familia Culicidae también fue la más abundante le siguió Ceratopogonidae Chironomidae y Tipulidae Finalmente en las bromelias pequeñas dominó la familia Tipulidae seguida por Culicidae Ceratopogonidae y Chironomidae (Fig 5)

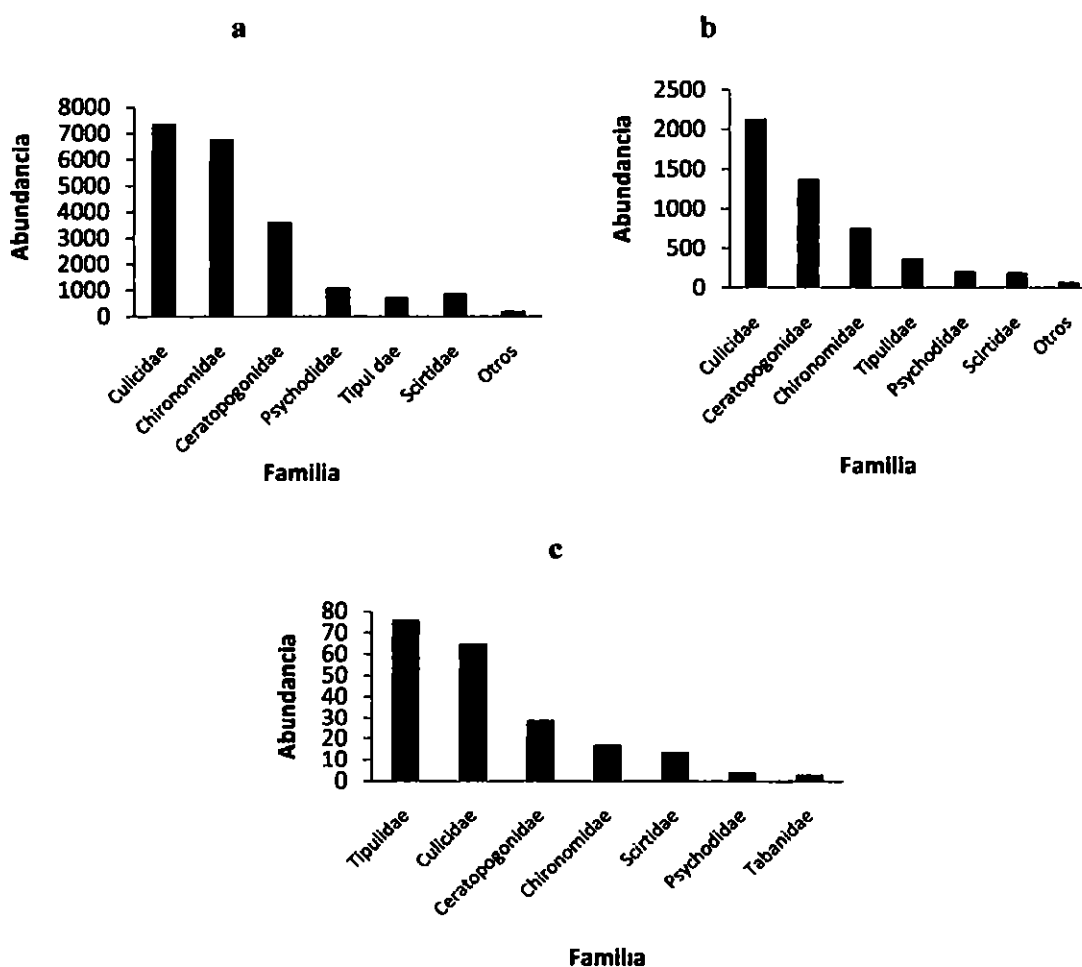


Figura 5 Abundancia de insectos acuáticos según familia, colectados en bromelias de *Vriesea sanguinolenta* a En bromelias grandes b En bromelias medianas c En bromelias pequeñas Gamboa, Panamá 2009

Estructura de la comunidad de insectos asociados a *Vriesea sanguinolenta*

Con respecto a la abundancia de individuos existieron diferencias significativas entre los tres tamaños de bromelias ($F_{2,69} = 137.07$ $p < 0.0001$) presentando las bromelias grandes la mayor abundancia y las pequeñas la menor abundancia (Fig 6a). En promedio en las bromelias grandes se encontraron 2 126 individuos en las medianas 559 y en las pequeñas 56 (Tabla 1). En cuanto a la riqueza de taxones también existieron diferencias significativas entre los tres tamaños de bromelias ($F_{2,69} = 131.02$ $p < 0.0001$) e igualmente las bromelias grandes presentaron mayor cantidad de taxones y las pequeñas menor cantidad (Fig 6b). En promedio las bromelias grandes presentaron 28 taxa, las medianas 17 y las pequeñas 6 (Tabla 1). Finalmente con relación a la diversidad de igual forma se encontraron diferencias significativas entre los tres tamaños ($F_{2,69} = 6.1883$ $p = 0.0034$) y también las bromelias grandes presentaron los valores más altos y las pequeñas más bajos (Cuadro 1).

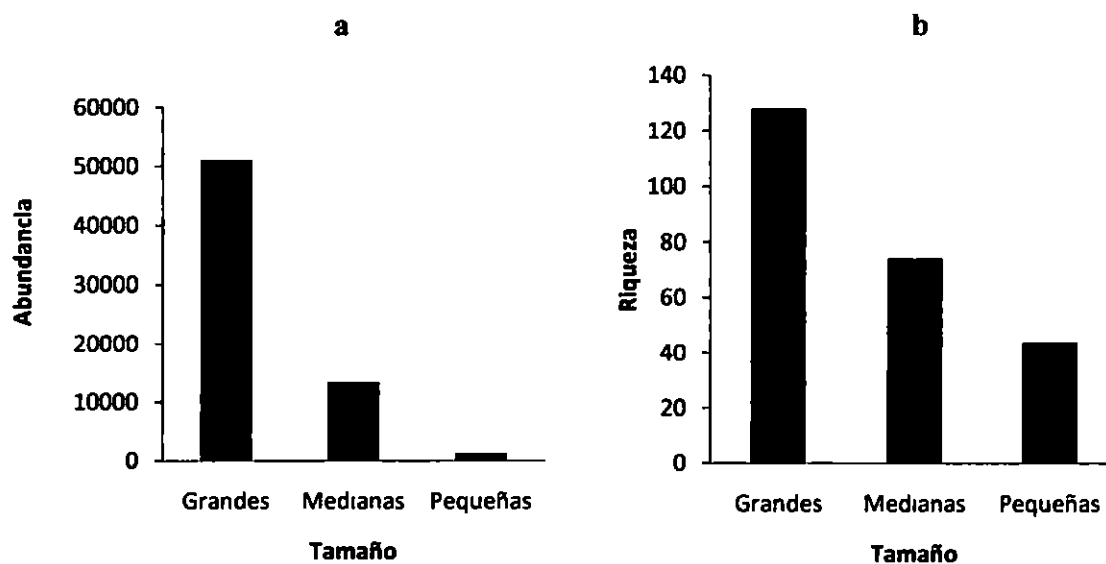


Figura 6 Abundancia (a) y Riqueza (b) de insectos asociados según tamaño de la *Vriesea sanguinolenta* Gamboa, Panama 2009

Cuadro 1 Riqueza (r) abundancia (ab) e índice de diversidad Alpha de Fisher (α) para cada bromelia de los tres tamaños Gamboa, Panamá 2009

BROMELIA	GRANDES			MEDIANAS			PEQUEÑAS		
	r	ab	α	r	ab	α	r	ab	α
1	32	504	7.9	13	135	3.9	9	28	4.6
2	28	6782	3.7	17	262	4.1	3	3	0
3	36	2574	5.5	16	308	3.6	12	101	3.5
4	35	650	7.6	17	119	5.4	4	16	1.7
5	17	468	3.5	12	186	2.9	4	15	1.8
6	34	2993	5.4	30	1998	4.8	9	135	2.2
7	28	803	5.4	18	1432	2.9	3	9	1.6
8	46	3370	7.3	24	1411	4.1	2	6	1.1
9	33	1467	6.0	29	1378	5.2	2	7	0.9
19	36	2470	6.0	17	162	4.4	10	33	4.1
11	28	1814	4.5	19	572	3.5	12	73	4.1
12	30	1837	5.1	23	977	4.0	6	15	3.7
13	25	1722	3.9	12	157	3.0	6	24	2.6
14	23	1864	3.5	15	335	3.0	4	9	2.8
15	21	774	4.0	11	440	2.0	10	36	4.6
16	26	3819	3.8	10	90	2.5	10	756	1.6
17	25	796	4.9	14	681	2.5	5	12	3.2
18	28	1585	5.0	18	466	3.7	6	11	5.4
19	22	1132	3.7	12	279	2.6	7	17	4.5
20	25	1071	4.4	19	200	4.8	4	6	5.2
21	29	4091	4.0	16	281	3.4	6	7	20.0
22	25	3876	3.4	16	266	3.7	2	4	1.6
23	21	2684	2.9	17	319	3.5	5	16	2.5
24	17	1871	2.4	20	953	3.6	4	11	2.3
<hr/>									
Total		51017			13407			1350	
Promedio	28	2126	4.7	17	559	3.6	6	56	3.6

La medida de similaridad múltiple tuvo un valor de 0.42 indicando que la similitud en la composición de los insectos entre los tamaños fue considerable. Las bromelias de diferentes tamaños compartieron una parte importante de los insectos. En las curvas de rarefacción no se logró llegar a asíntota en ninguno de los tres tamaños y la curva de acumulación fue más pequeña conforme se disminuyó el tamaño de la bromelia (Fig. 7).

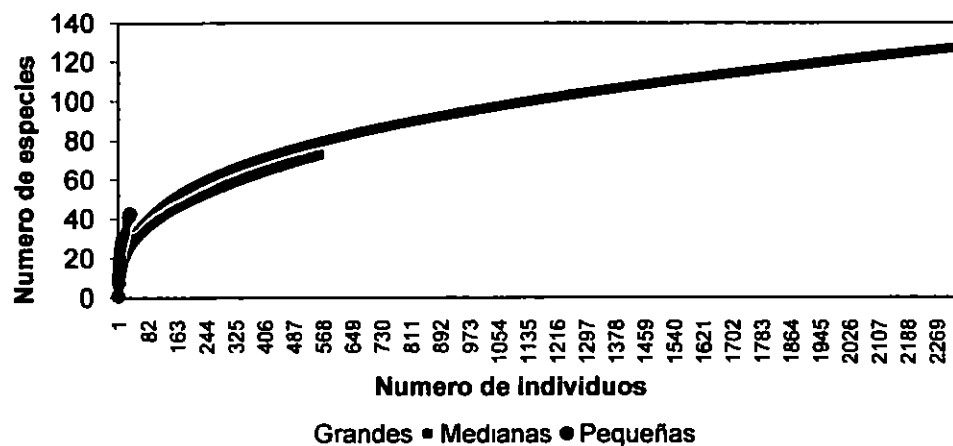


Figura 7 Comparación de la riqueza de especies basado en curvas de rarefacción en los tres tamaños de *Vriesea sanguinolenta* Gamboa, Panamá 2009

Relación entre las variables físicas y la abundancia de los insectos asociados a *Vriesea sanguinolenta*

La mayoría de los valores correspondientes las propiedades físicas de las bromelias aumentaron conforme se incrementó el tamaño de las mismas. Una excepción fue la temperatura del agua almacenada, la cual aumentó al disminuir el tamaño (Cuadro 2). El peso húmedo y seco de las bromelias, el volumen de agua almacenada y el peso del detritus mostraron desviaciones estándar muy altas, pues existieron importantes diferencias entre los valores en cada tamaño.

Con respecto al ACC, la inercia total fue de 0.591, donde los primeros 2 ejes del análisis explicaron el 96% de la variación total ($p=0.005$) de las abundancias correspondientes a los órdenes de insectos asociados con *V. sanguinolenta*. El primer eje es el que mejor la variación con un 85.3% (Cuadro 3).

Cuadro 2 Promedio y desviación estándar de las variables evaluadas para los tres tamaños de *Vriesea sanguinolenta* Gamboa Panamá 2009

Variable	Bromelias		
	Grandes	Medianas	Pequeñas
Propiedades de la planta			
Peso Humedo (g)	1268 60 ± 577 95	291 07 ± 142 27	44 61 ± 32 15
Peso Seco (g)	261 24 ± 115 61	55 31 ± 25 48	7 46 ± 5 58
Volumen de agua almacenada (ml)	803 25 ± 478 07	158 ± 177 97	12 84 ± 16 67
Numero de hojas	28 88 ± 5 37	17 87 ± 3 39	10 42 ± 1 91
Longitud de hoja más larga (ml)	79 24 ± 10 78	47 20 ± 6 11	25 59 ± 4 27
Peso Seco de Detritus (g)	99 70 ± 52 31	18 09 ± 13 99	2 32 ± 1 80
Temperatura (C)	26 38 ± 0 97	27 04 ± 1 14	28 12 ± 1 64
Otras variables			
Altura (cm)	3 98 ± 0 93	3 71 ± 1 14	3 76 ± 1 53
Cobertura Boscosa (%)	87 13 ± 7 02	83 38 ± 12 24	88 92 ± 8 90

Cuadro 3 Resultados del Análisis de Correspondencia Canónico (ACC) relacionando las abundancias de los órdenes de insectos asociados a *Vriesea sanguinolenta* con variables físicas Gamboa, Panamá 2009

	Ejes			
	1	2	3	4
Eigenvalues	0 132	0 016	0 004	0 002
Correlaciones taxa ambiente	0 745	0 314	0 386	0 231
% Varianza acumulativa de taxa	22 3	25 1	25 8	26 0
% Varianza acumulativa de taxa relación ambiental	85 3	96 0	98 7	99 7

En el eje 1 el peso seco del detritus es la variable que mejor explica la varianza con respecto a los órdenes teniendo una fuerte relación con Collembola, Hemiptera, Coleoptera Thysanura y Lepidoptera (Fig 8 Cuadro 4) La cobertura boscosa el volumen de agua y el numero de hojas explican en menor grado la varianza, estando relacionadas con los órdenes Diptera, Embioptera y Blattodea La altura explica muy poco la variabilidad en la abundancia de los órdenes (Fig 8 Cuadro 4)

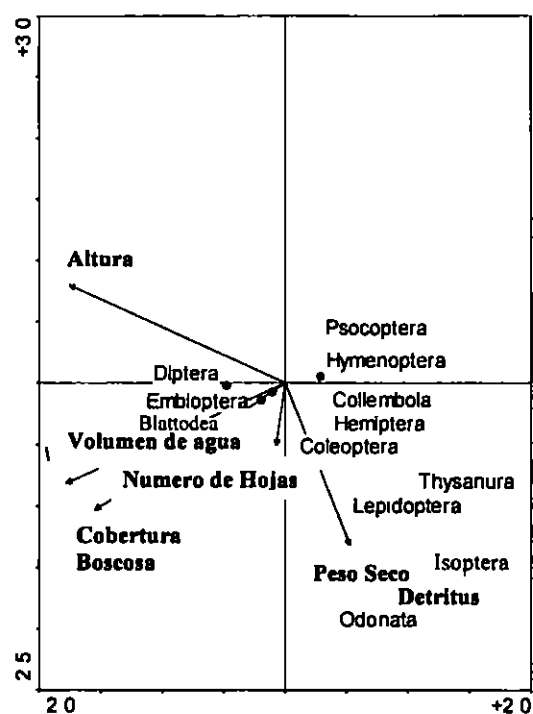


Figura 8 B1 plot del Análisis de Correspondencia Canonica correspondiente a la relacion entre las variables físicas y los órdenes de insectos asociados a *Vriesea sanguinolenta* Gamboa, Panama 2009

Cuadro 4 Coeficientes canónicos para las variables físicas Gamboa Panama 2009

Variable/Eje	1	2	3	4
Altura	0.5687	0.1030	0.1168	0.0878
Cobertura Boscosa	0.5027	0.1326	0.0353	0.0251
Número de Hojas	0.247	0.0653	0.2696	0.1580
Peso Seco de Detritus	0.1735	0.1683	0.0527	-0.1844
Volumen de Agua	0.5769	0.1051	0.0731	-0.0746

Efecto del tamaño de las bromelias sobre los grupos tróficos de insectos asociados

Con respecto a la abundancia en los tres tamaños de bromelias el grupo de insectos detritívoros fue el mas abundante seguido por los herbívoros en bromelias grandes y pequeñas y por los depredadores en las medianas. Los grupos tróficos menos abundantes

en los tres tamaños fueron los xilófagos y parasitoides (Fig 9) En relación con la riqueza de taxa, el grupo de insectos detritívoros también fue el más diverso en los tres tamaños de bromelias y al igual que en la abundancia fue seguido por los herbívoros en las bromelias grandes y pequeñas y los depredadores en las bromelias medianas los grupos menos diversos fueron xilófagos y parasitoides (Fig 10)

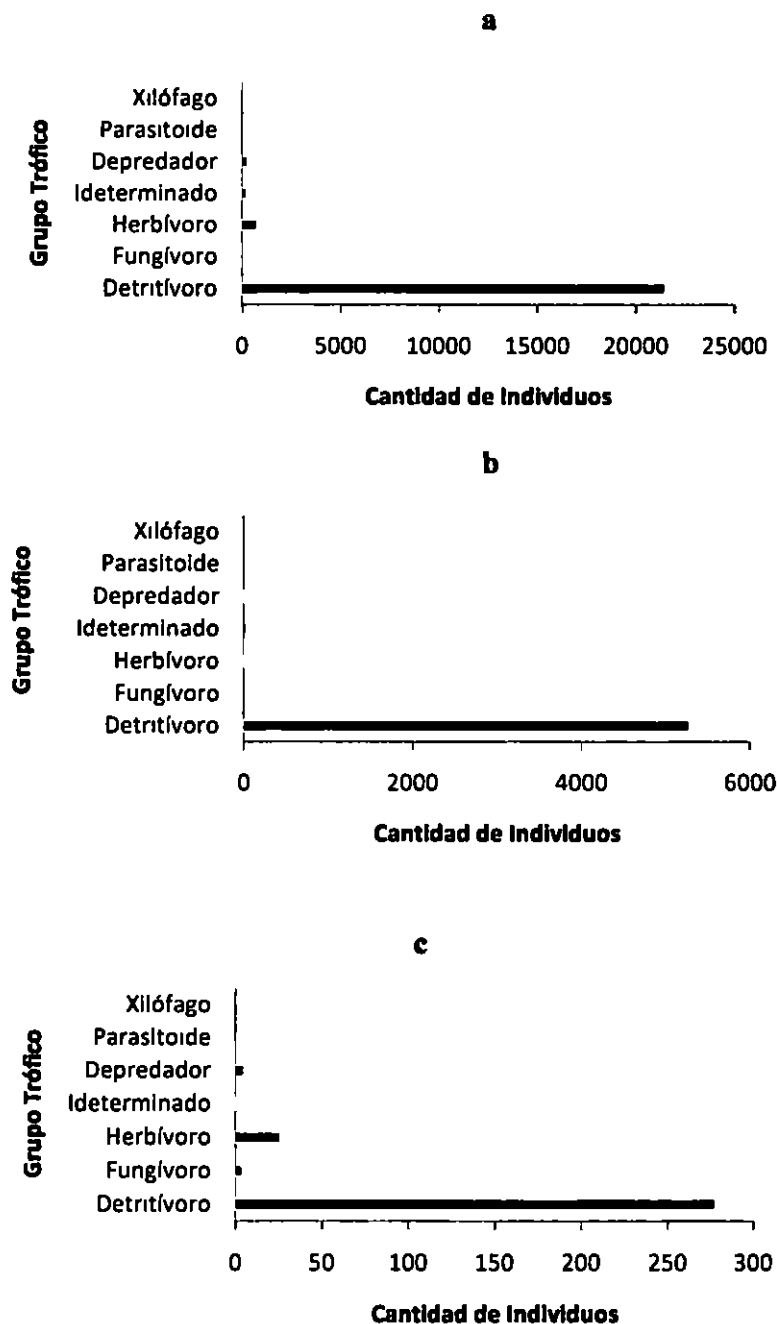


Figura 9 Abundancia de insectos según grupo trófico en bromelias grandes (a) medianas (b) y pequeñas (c) de *Vriesea sanguinolenta* Gamboa, Panamá 2009

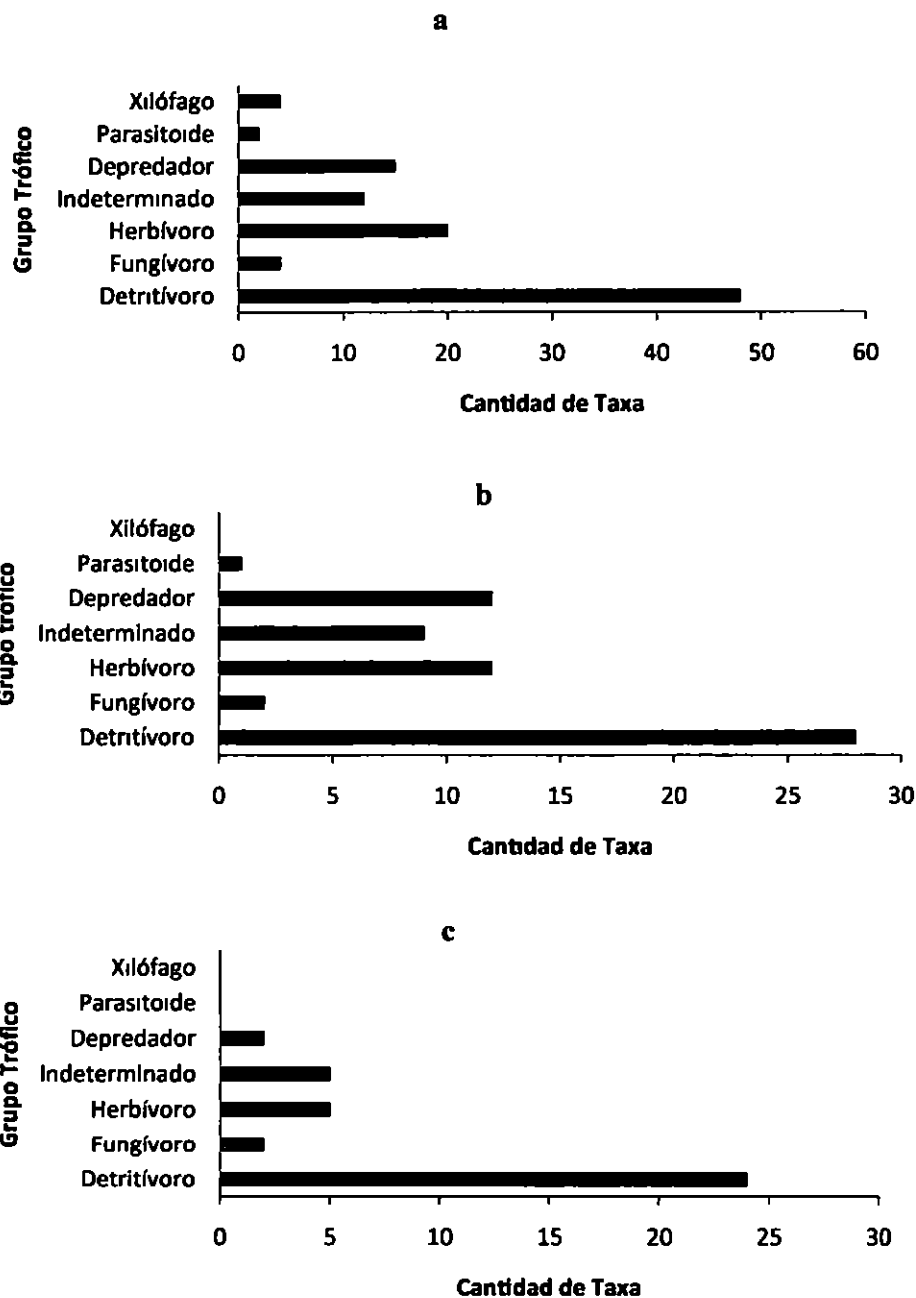


Figura 10 Riqueza de insectos según grupo trófico en bromelias grandes (a) medianas (b) y pequeñas (c) de *Vriesea sanguinolenta* Gamboa, Panamá 2009

Al considerar la abundancia solamente en los insectos acuáticos tanto en las bromelias grandes como en las medianas dominan los grupos colectores recolectores seguidos por los colectores filtradores los depredadores fueron los menos abundantes (Fig 11a y b) Por otro lado en las bromelias pequeñas el grupo con más individuos fue el de los trituradores herbívoros seguido por los colectores-filtradores y los colectores recolectores (Fig 11c)

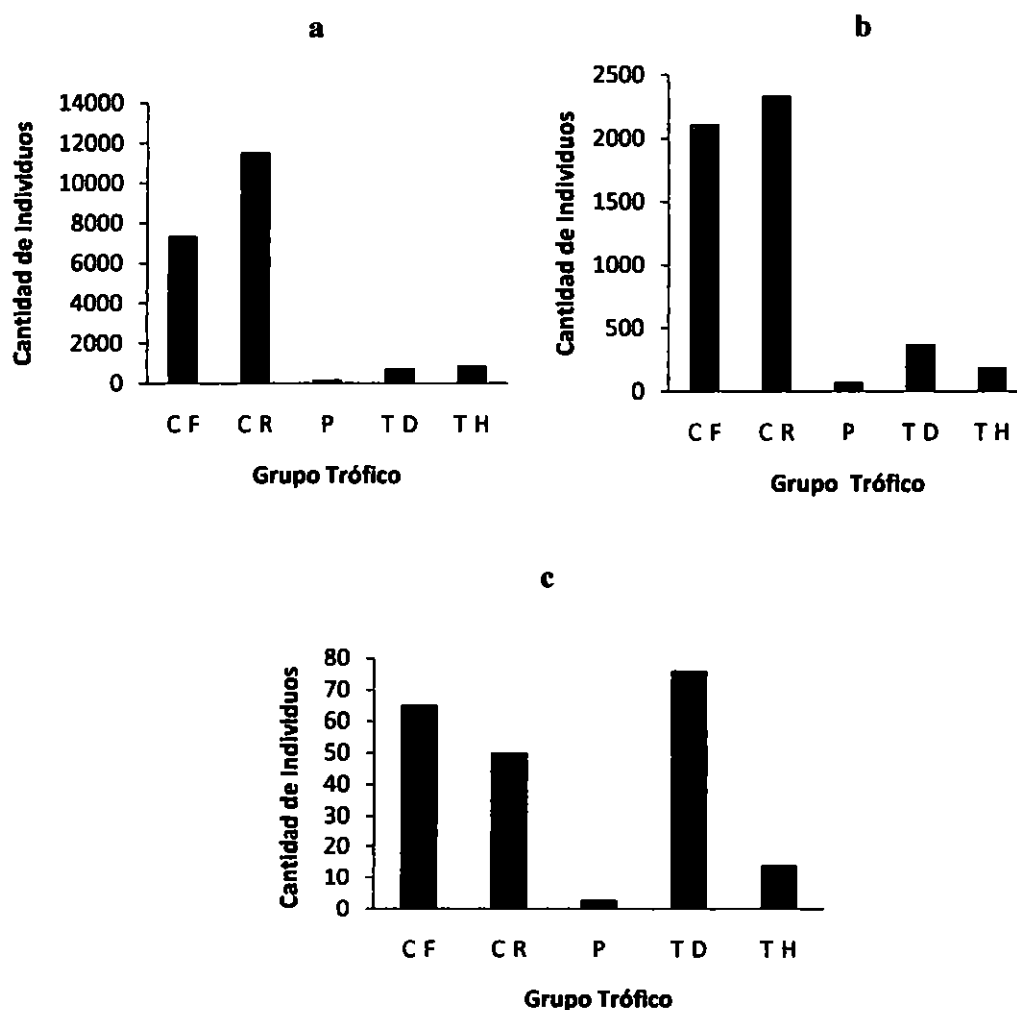


Figura 11 Abundancia de insectos acuáticos según grupo trófico en bromelias grandes (a) medianas (b) y pequeñas (c) de *Vriesea sanguinolenta* C F colectores filtradores C R colectores recolectores P depredadores T D trituradores-detritívoros T H trituradores herbívoros Gamboa, Panamá 2009

En relación a la riqueza de taxa de los grupos tróficos correspondientes a los insectos acuáticos los insectos colectores recolectores fueron los más diversos en los tres tamaños de bromelias seguidos por los depredadores en las bromelias grandes y medianas y por los colectores filtradores en las bromelias pequeñas. Los grupos menos diversos fueron los trituradores-detritívoros y los trituradores herbívoros (Fig 12)

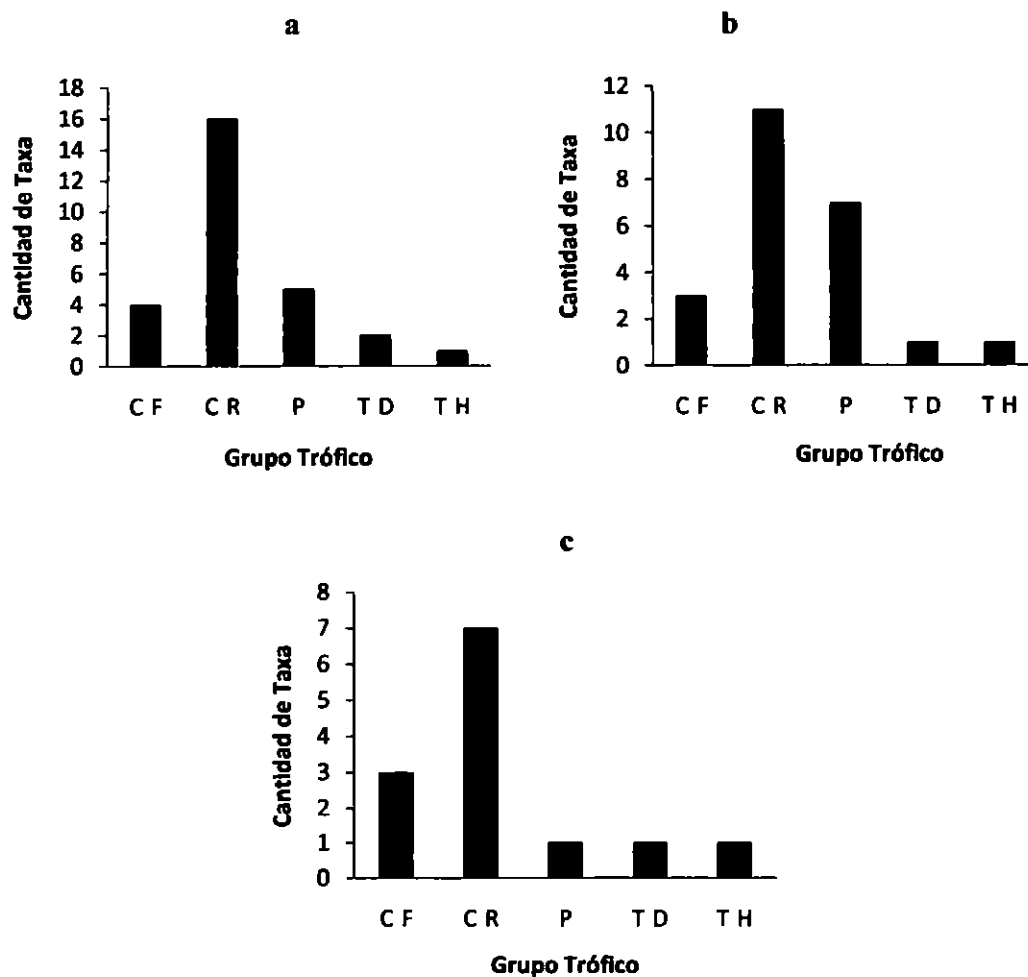


Figura 12 Riqueza de insectos acuáticos según grupo trófico en bromelias grandes (a) medianas (b) y pequeñas (c) de *Vriesea sanguinolenta*. C F colectores filtradores C R colectores recolectores P depredadores T D trituradores-detritívoros T H trituradores herbívoros. Gamboa, Panamá 2009

Con respecto a la relacion entre insectos acuáticos y la precipitación mensual en la comunidad de Gamboa, la abundancia total de los insectos acuáticos por mes de muestreo desde junio hasta noviembre (12 bromelias por mes) describe una tendencia a aumentar al igual que la precipitación (que presenta picos a lo largo de los seis meses) bajando fuertemente en el mes de octubre pero volviendo a aumentar en noviembre con valores muy altos como en ninguno de los meses anteriores muestreados (Fig 13) En relación con la riqueza de taxa, la cantidad de las mismas aumentó ligeramente para los meses de julio y agosto pero disminuyó para setiembre mostrando una tendencia a aumentar hasta noviembre pero sin alcanzar la diversidad encontrada en julio y agosto (Fig 14)

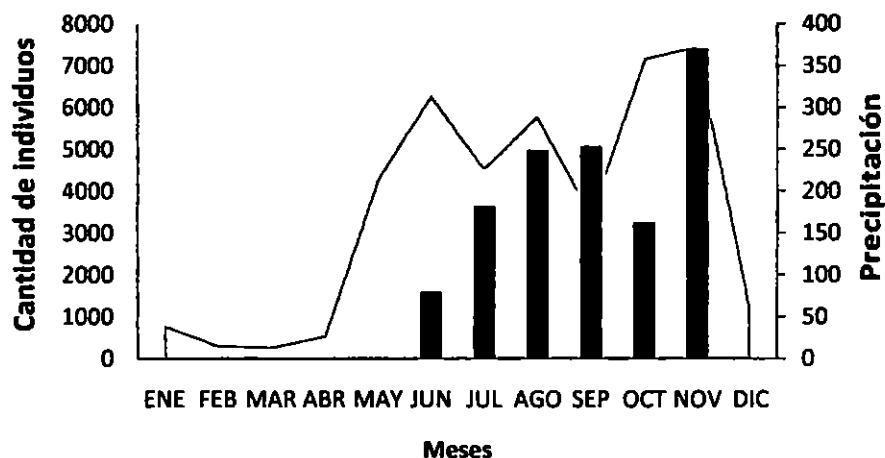


Figura 13 Abundancia de insectos acuáticos encontrados en *Vriesea sanguinolenta* de junio hasta noviembre y la precipitación acumulada por mes desde enero hasta diciembre Gamboa, Panamá 2009

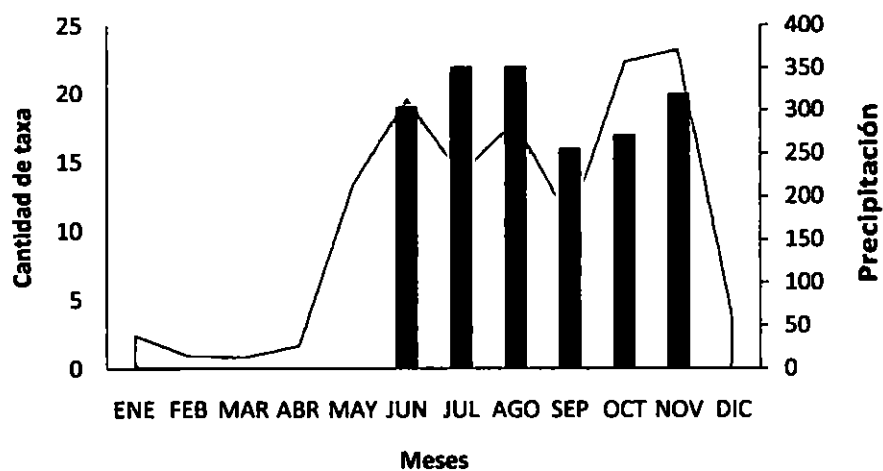


Figura 14 Riqueza de insectos acuáticos encontrados en *Vriesea sanguinolenta* de junio hasta noviembre y la precipitación acumulada por mes desde enero hasta diciembre Gamboa, Panamá 2009

DISCUSIÓN

La cantidad de insectos encontrados (65 774 individuos) es muy grande comparada con otros estudios que inclusive analizan un mayor numero de bromelias e incluyen otros organismos además de los insectos. Por ejemplo Richardson (1999) encontró 15 599 individuos en 120 plantas de *Guzmania* sp y *Vriesea* spp en Puerto Rico. Además Armbruster *et al* (2002) reportaron 11,219 individuos en 209 plantas de *Guzmania* spp *Streptocalyx* spp y *Tillandsia* spp en Ecuador así como Araujo *et al* (2007) encontraron 797 organismos en 70 bromelias de *Vriesea* sp en Brasil. En la Isla Barro Colorado (a 15 Km de Gamboa) Stuntz *et al* (2002) encontraron 2 365 individuos (incluyendo no Insecta) en 30 bromelias *V. sanguinolenta* de diferentes tamaños. Cantidad que en el presente estudio muchas veces fue encontrada (incluso más) en una sola bromelia grande.

Probablemente las bromelias analizadas en otros estudios presentan un tamaño semejante a las bromelias categorizadas como medianas y pequeñas en esta investigación cuyas características son presentadas en el cuadro 2 y que entre las dos suman 14 757 organismos. Además las bromelias pueden ser de otras especies y los lugares de estudio pueden presentar características diferentes a las de este trabajo ya que muchos se han realizado en bosques de zonas protegidas y no en zonas de ecotono como este. Otro aspecto importante es el periodo fenológico y la fisiología de la planta hospedera, pues la floración de *L. speciosa* ocurre desde julio hasta setiembre y los frutos persisten en el árbol durante mucho tiempo lo que probablemente aumentó la calidad del recurso (detritus) acumulado en las bromelias pues dentro de ellas fueron encontrados gran cantidad de estos frutos. Cabe mencionar que más de la mitad de los insectos encontrados pertenecieron al género *Hylomyrma* sp de la familia Formicidae quienes al parecer construyen sus nidos en estas bromelias.

Cerca de un 40% de las especies encontradas fueron singleton en otros estudios con fauna asociada a bromelias se ha encontrado hasta un 50% (Richardson 1999 Armbruster *et al* 2002) esto debido probablemente a que estudios que no han sido restringidos de manera taxonómica pueden contener una alta proporción de especies visitantes o 'turistas' en comparación a los estudios restringidos ya a que estas no están relacionadas

íntimamente con la comunidad donde fueron encontradas (Gaston *et al* 1993) o también puede deberse a que estos estudios no restringidos proveen una representación precisa de la contribución de las especies raras de las comunidades completas debido al muestreo de más taxa y mas espacio de nicho (Armbruster *et al* 2002) Es posible que aumente la cantidad de especies singleton si se toma en cuenta otros grupos ademas de los insectos

La composicion taxonomica del presente estudio es similar a otros trabajos sobre fauna asociada con bromelias (Laessle 1961 Richardson 1999 Mestre *et al* 2001 Armbruster *et al* 2002 Ospina Bautista *et al* 2004 Frank *et al* 2004) donde el orden Hymenoptera fue el más abundante representado en mayor parte por la familia Formicidae al igual que Wittman (2000) Stuntz *et al* (2002) y Armbruster *et al* (2002) seguido por Diptera y Coleoptera, lo que fue constante en los tres tamaños de bromelia El orden de abundancia de los grupos varia en las diferentes investigaciones previas y puede ser determinado por la técnica de muestreo el lugar de estudio y las condiciones físicoquímicas de las epifitas

Las hormigas son los insectos arbóreos más comunes en el bosque tropical por lo que no es de extrañar que exista una variedad de interacciones ecológicas con las epifitas (Hanson y Gauld 2006) Sin embargo Oliveira *et al* (1994) En Mestre *et al* (2001) no consideran a las hormigas como fauna característica de las bromelias y deducen que su alta frecuencia es producto del comportamiento de forrajeo de colonias cercanas lo que puede ser cierto para algunas especies pero la presencia de pupas de *Hylomyrma* sp *Cyphomyrmex* sp y *Rogeria* sp en esta investigación sugiere que estas hormigas utilizan a las bromelias no solamente en su comportamiento de forrajeo Investigaciones sobre la biología de las hormigas demuestran algunos tipos de interacciones donde la planta ofrece alimento (como nectarios extraflorales) y sirve de nido para muchas hormigas y éstas protegen a la planta de la herbivoría, dispersan sus semillas y les proveen alimento mediante material que dejan en su interior el cual puede ser absorbido por la epifita (Benzing 2000 Vesprini *et al* 2003) Muchos de los géneros encontrados en esta investigación son compartidos por otros estudios (Blüthgen *et al* 2000 Stuntz *et al* 2002 Baumgarten *et al* 2008) sin embargo el género *Hylomyrma* sp no ha sido reportado en la abundancia y frecuencia con la que se ha encontrado en este trabajo los 36 614 individuos encontrados en 66 de las 72 bromelias más de la mitad del total de insectos colectados indica una posible interacción bastante

fuerte entre esta hormiga y *V. sanguinolenta* en este parche de árboles en la comunidad de Gamboa, pues Stuntz *et al* 2002 en la Isla Barro Colorado no encontraron esta hormiga en asociación con la misma especie de bromelia.

El orden Diptera fue el segundo grupo más abundante pero el primero entre los insectos acuáticos. En investigaciones previas donde solamente se ha tomado en cuenta la fauna fitotelmata, este orden ha sido el más abundante (Ospina Bautista *et al* 2008 Liria 2007 Jabiol *et al* 2009). La abundancia y diversidad del orden Diptera se puede explicar mediante adaptaciones morfológicas (sifones y espiráculos para la toma oxígeno) alimenticias (la mayoría son colectores y filtradores de materia fina, muy abundante en fitotelmata) y reproductivas (la oviposición en el hábitat donde se desarrollará la larva junto a su alta capacidad de dispersión dada por el vuelo) (Ospina Bautista *et al* 2004). A nivel mundial se ha encontrado un patrón con respecto a las principales familias del orden Diptera que se desarrollan en fitotelmata, ellas son de acuerdo a Kitching (2000) y Greeney (2001) Culicidae Ceratopogonidae Chironomidae Psychodidae Syrphidae y Tipulidae todas encontradas en el presente trabajo.

La presencia de mosquitos de importancia epidemiológica se suma al interés estrictamente ecológico en el estudio de las comunidades de artrópodos asociados a fitotelmata (Delgado y Machado Allison 2006). La familia Culicidae es uno de los componentes principales de esta comunidad y fue dominante (entre la fauna acuática) en el presente estudio representada en su mayor parte por los géneros *Weyomyia* sp y *Culex (microculex)* sp. Ambos géneros han sido reportados como muy abundantes en investigaciones previas con Diptera asociados a bromelias (Machado Allison *et al* 1986 Delgado y Machado Allison 2006 Azulim y Brisola 2007 Liria 2007 Goulart *et al* 2009). En el caso del género *Weyomyia* se ha reportado que en las cercanías de lugares con bromelias ornamentales en Florida, las especies *W. mitchellii* y *W. vanduzeei* se han convertido en plagas importantes debido a que las hembras de ambas especies pican a humanos durante las horas del día, pero no se tiene conocimiento si transmiten enfermedades (Frank y Lounibos 2009). Con respecto a mosquitos del género *Culex (microculex)* sp han sido asociados con animales de sangre fría, sin embargo también se ha reportado que pican aves y equinos en pequeñas proporciones (Lourenço-de Oliveira y Heyden 1986 Forattini *et al* 1987).

No se encontró larvas de *Aedes* ni de *Anopheles* reportadas dentro de bromelias en otras investigaciones pero en pequeñas cantidades como por ejemplo Azulim y Brisola (2007) en *Nidularium innocentii* y Goulart *et al* (2009) en diferentes especies de bromelias. Lo que demuestra que las mismas no son el principal sitio de desarrollo de estos mosquitos. Sin embargo no se deben descartar y continuar con los estudios de las diversas especies de epifitas y en diferentes regiones.

El orden Coleoptera fue el tercero en abundancia, pero el más diverso. Lo anterior no concuerda con la mayoría de estudios realizados con bromelias donde el orden Diptera ha sido el más diverso (Cotgreave *et al* 1993, Armbruster *et al* 2002, Ospina Bautista *et al* 2004, Liria 2007, Ospina Bautista *et al* 2008, Jabiol *et al* 2009). Incluso Stuntz *et al* (2002) en la Isla Barro Colorado reportaron 10 morfoespecies de Diptera y 9 de Coleoptera. Sin embargo Araujo *et al* (2007) encontraron mayor número de taxa de Coleoptera que de Diptera, pero la diversidad total fue muy baja. De las 69 taxa de Coleoptera encontradas 32 son singleton lo que indica que probablemente especies 'visitantes' o 'turistas' aumentaron la diversidad de Coleoptera en *V. sanguinolenta*.

El género *Scirtes* sp. fue el más abundante del orden Coleoptera, tal y como lo han reportado los estudios de Richardson (1999) y Ospina Bautista *et al* (2004). Los organismos de la familia Scirtidae se han adaptado a condiciones presentes en fitotelmata, por ser trituradores herbívoros se alimentan de la microflora asociada a la hojarasca que se acumula dentro de la bromelia. Tienden a permanecer justo debajo de la capa superficial y obtienen el oxígeno del aire a través de espiráculos modificados en el segmento 8. Además la presencia de agallas traqueales retráctiles les ayuda a obtener un suplemento auxiliar de oxígeno cuando la larva está sumergida (Merritt y Cummins 2008).

En el caso de la diversidad beta, el valor de 0.42 del índice de similitud múltiple indica que los tres tamaños de bromelias comparten una cantidad importante de individuos encontrados (42%) por lo que una parte de la comunidad de insectos se mantiene constante sin importar el tamaño de la bromelia. Por ejemplo grupos como Collembola, Blatellidae

algunos Hemiptera, Coleoptera e Hymenoptera, además de todas las familias de orden Diptera, están representadas en los tres tamaños de bromelias

Las curvas de rarefacción muestran que no se alcanzó la asintota de acumulación de especies lo cual concuerda con Armbruster *et al* (2002) quienes no lograron asintota luego de muestrear 209 plantas de *Guzmania* spp *Streptocalyx* spp y *Tillandsia* spp donde obtuvieron 11 219 individuos ellos lo atribuyen a la cantidad de individuos encontrados pues Richardson (1999) logro la asintota con solo 20 plantas de *Guzmania* sp y *Vriesea* spp en tres tipos de hábitats por año durante dos años (120 plantas y 15 599 individuos) pero no se puede decir lo mismo para este caso en donde la cantidad de insectos fue varias veces mayor Aun si se descartaran las hormigas por ser insectos sociales y por su ocurrencia en masa, la cantidad de insectos es todavia considerablemente grande Probablemente esto dependa del tiempo de muestreo las características de las bromelias y de los lugares de estudio

Poder entender los factores que influyen en la diversidad de las comunidades de las diferentes formas de vida es un importante punto a favor de los estudios ecológicos pues tiene implicaciones en la conservación de la biodiversidad de cara a las altas tasas de destrucción de los hábitats (Armbruster *et al* 2002) Los resultados de este estudio muestran que el tamaño de la bromelia, y por ende la complejidad de la misma, es importante para predecir la abundancia y riqueza de insectos asociados a *V sanguinolenta* confirmando un aumento conforme se incrementa el tamaño Este resultado es similar a otros estudios realizados por Richardson 1999 y Araujo *et al* 2007 Cuando la planta incrementa su tamaño aumenta la cantidad de micro hábitats disponibles y tiene la capacidad de retener mas agua y detritus por lo que la riqueza de especies va a ser mayor (Ospina Bautista *et al* 2004) El detritus (partículas transportadas por el viento heces hojas y animales muertos) que entra a los tanques de bromelias constituye una importante fuente de nutrientes tanto para los insectos como para las plantas (Leroy *et al* 2009) La cantidad de detritus almacenado dentro de la bromelia provee una medida de los recursos disponibles como base de la cadena alimenticia (Srivastava y Lawton 1998) un incremento en la base de nutrientes producirá un incremento del largo y/o complejidad de la cadena alimenticia Este factor fue el que mayor explicó la varianza en la abundancia de los insectos en el presente

trabajo al igual que en el estudio realizado por Armbruster *et al* (2002) donde además del detritus factores como el volumen del agua y la cantidad de hojas fueron importantes para explicar la varianza

La calidad y disponibilidad del recurso varia con respecto al tamaño de la planta, pues las condiciones internas pueden cambiar. En este estudio se encontró una tendencia al aumento de la temperatura del agua almacenada conforme disminuye el tamaño de la bromelia, esto debido probablemente a que una bromelia grande posee mayor área para almacenar gran cantidad de detritus y agua, y tiene un número mayor de hojas lo que le permite mantener un ambiente más fresco. El agua almacenada también puede variar sus propiedades de acuerdo al tamaño pues Laessle (1961) demostró que en bromelias más pequeñas la cantidad de oxígeno disminuye mientras que se elevan los niveles de dióxido de carbono. Todos estos factores pueden ser determinantes para que algún grupo en particular de insectos pueda establecerse y otro no en un lugar determinado.

Los insectos detritívoros fueron dominantes en los tres tamaños de bromelias debido a la presencia de detritus como principal recurso. Además la mayoría de insectos depredadores fueron encontrados en las bromelias grandes (Anexo 1). Según Srivastava (2006) al incrementarse la complejidad del mesocosmos la abundancia de los organismos detritívoros aumenta, debido a la reducción en la eficiencia de los depredadores. Pero la abundancia de los depredadores no se reduce pues la extinción de las especies depredadoras ha sido ligada a reducción en el tamaño y complejidad del hábitat (Langellotto y Denno 2004) lo que concuerda con lo encontrado en el presente trabajo. Es importante mencionar que en las bromelias hay gran cantidad de otros grupos que influyen en la estructura de la comunidad como lo son Diplopoda, Isopoda, Pseudoscorpionida y Aranae (no cuantificados en el presente estudio) siendo los dos últimos depredadores muy abundantes.

Con respecto a las familias de insectos acuáticos proporcionalmente Culicidae, Ceratopogonidae y Chironomidae dominaron en las bromelias grandes y medianas, no así en las pequeñas donde Tipulidae fue el más abundante, seguido por Culicidae y Ceratopogonidae (Fig 4). Esto se ve reflejado también en los grupos tróficos, siendo los colectores recolectores y colectores filtradores los más abundantes en las bromelias grandes y medianas, mientras que en las pequeñas dominaron los trituradores-detritívoros.

(Fig 9) Posiblemente las bromelias grandes presenten grandes cantidades de MOPF lo que hace que aumenten los grupos de insectos con la capacidad para aprovechar este recurso como lo son algunos Psychodidae Ceratopogonidae Chironomidae y Culicidae mientras que las bromelias pequeñas pueden presentar mayores cantidades de materia orgánica particulada gruesa (MOPG) que es utilizada por insectos trituradores detritívoros como Tipulidae Este resultado muestra una mayor diversidad en bromelias que posiblemente presentan gran cantidad de MOPF lo que es contrario al estudio realizado por Jabiol *et al* (2009) donde bromelias con mayores cantidades de MOPF fueron en detrimento de la diversidad de la comunidad Por lo tanto es necesario realizar mediciones de este factor para poder tener certeza de las cantidades de MOPF y MOPG en las bromelias

Con respecto a la relación entre insectos acuáticos y la precipitación mensual se observa un incremento en cantidad de insectos conforme avanza el año y aumenta la cantidad de lluvia Aunque existieron fluctuaciones en la precipitación durante los seis meses de muestreo se presenta un aumento desde junio hasta noviembre siendo este último el mes más lluvioso La abundancia de insectos acuáticos disminuyó considerablemente durante el mes de octubre el cual fue bastante lluvioso Investigaciones previas en Panamá con abundancia de insectos muestran un descenso fuerte para el mes de octubre pero vuelve a aumentar para noviembre como es el caso de Costa (1997) con Coleoptera en el Parque Natural Metropolitano y Plath (com pers) con insectos herbívoros en Sardinilla pero no han dado explicación de por qué se da este patrón Posiblemente se deba al ciclo de vida de diferentes organismos el cual inicia a inicios de la época lluviosa y termina en octubre volviendo a iniciar en noviembre pero no se tiene la certeza de eso En el caso de las bromelias si entra gran cantidad de agua dentro esta tiende a desbordarse lo que puede provocar una pérdida en la abundancia de organismos

La abundancia de formas inmaduras es proporcional al volumen de agua (Forattini 2002 En Azulim y Brisola 2007) por lo que la precipitación puede ser un factor importante para la fluctuación en la cantidad de insectos acuáticos asociados a bromelias debido a que una planta con bastante agua almacenada representa un buen sitio para la oviposición de insectos acuáticos Sin embargo Azulim y Brisola (2007) no encontraron correlación entre la lluvia y la cantidad de Culicidae en la bromelia *Nidularium innocentii* lo que atribuyeron

a que esta planta tiene poca capacidad de retener agua, pues probablemente desecha el exceso del líquido durante los meses más lluviosos. Además Liria (2007) encontró mayor riqueza y abundancia de fauna fitotelmata en las bromelias *Aechmea fendleri* y *Hohenbergia stellata* durante la época seca, lo que concordó con un aumento en la diversidad de la familia Culicidae. Las bromelias representan un ambiente muy estable pues mantienen agua durante todo el año (Picado 1913) lo que permite que en la época seca sean los sitios más apropiados para la colonización de muchos organismos acuáticos. Por lo anterior sería de gran interés estudiar los insectos acuáticos asociados a las bromelias en los meses de la estación seca, para determinar el papel de la lluvia como factor que influye en la abundancia de los organismos.

Conclusiones

- La comunidad de insectos en la bromelia *Vriesea sanguinolenta* fue dominada por el orden Hymenoptera, específicamente por el género *Hylomyrma* sp de la familia Formicidae le siguió Diptera y Coleoptera, siendo este último el más diverso en el presente estudio. Los órdenes menos abundantes fueron Collembola, Thysanura y Odonata.
- Las bromelias grandes de *Vriesea sanguinolenta* presentaron mayor abundancia, riqueza y diversidad de especies de insectos que las bromelias medianas y pequeñas debido a que al aumentar el tamaño de la planta, la complejidad del sistema aumenta, encontrándose mayor cantidad de micrositios donde se pueden refugiar diversos organismos.
- La cantidad de detritus almacenado en las bromelias fue el factor que más influyó en la varianza de las abundancias de los órdenes de insectos encontrados, pues el detritus provee una medida de los recursos disponibles como base de la cadena alimenticia.
- Dominaron los insectos detritívoros con respecto al resto de grupos tróficos en todos los tamaños de bromelias. Además, la abundancia, en los insectos acuáticos, de los colectores recolectores y colectores filtradores fue mayor en las bromelias grandes y medianas, mientras que en las pequeñas dominaron los trituradores detritívoros, posiblemente por la abundancia de MOPF en las bromelias de mayor tamaño.

Recomendaciones

- Realizar muestreos de los insectos asociados con la bromelia *Vriesea sanguinolenta* durante mínimo un año para conocer las fluctuaciones de la comunidad de insectos asociados tanto terrestres como acuáticos durante la época seca y de lluvia
- Hacer comparaciones entre la fauna asociada a bromelias dentro del bosque y fuera de él además tomar en cuenta otros parámetros físicos e incluir otros grupos de animales además de insectos para tener una representación completa de la comunidad de organismos que habitan las epífitas
- Realizar más investigaciones con diferentes especies de bromelias para conocer tanto la fauna terrestre como la fauna acuática que se desarrolla dentro de las mismas para así tener un mayor conocimiento tanto taxonomico y ecologico como médico pues es importante determinar el papel de las bromelias como posibles sitios de desarrollo de vectores de enfermedades
- Fortalecer las colecciones de referencia para facilitar la identificación de los organismos tanto a estudiantes como a científicos que deseen estudiar la taxonomia y ecologia de estos grupos de insectos en Panamá.

Literatura citada

- ARAUJO V A S K MELO A P ARAUJO M L GOMES y M A CARNEIRO 2007 Relationship between invertebrate fauna and bromeliad size *Brazilian Journal of Biology* 67(4) 611-617
- ARMBRUSTER P R A HUTCHINSON y P COTGREAVE 2002 Factors influencing community structure in a South American tank bromeliad fauna *Oikos* 96 225–234
- AZULIM G y C BRISOLA 2007 Immature mosquitoes (Diptera Culicidae) on the bromeliad *Nidularium innocentii* in ombrophilous dense forest of Santa Catarina Island, Florianópolis, Santa Catarina State, southern Brazil *Biotemas* 20(2) 27 31
- BAUMGARTEN F M ANTUNES B CORTÊS J STEINER y A ZILLIKENS 2008 Formigas de solo e de bromélias em uma área de Mata Atlântica, Ilha de Santa Catarina sul do Brasil Levantamento de espécies e novos registros *Biotemas* 21(4) 81 89
- BENZING D H 1990 Vascular Epiphytes General Biology and related biota Cambridge University Press Cambridge 354 p
- BENZING D H 2000 Bromeliaceae Profile of an Adaptive Radiation Cambridge University Press UK 690p
- BLÜTHGEN N M VERHAAGH y W GOITÍA 2000 Ant nests in tank bromeliads – An example of non specific interaction *Insectes Sociaux* 47 313 316
- BORROR, D J C A TRIPLEHORN y N F JOHNSON 1989 An Introduction to the Study of Insects 6th Edition Saunders College Pub Philadelphia. 875p
- BOWLES I A R E RICE R A MITTERMEIR y G A DE FONSECA 1998 Logging and tropical forest conservation *Science* 280 1899–1900

BROWN B V A BORKENT J M CUMMING D M WOOD N E WOODLEY y M A ZUMBADO 2009 Manual of Central American Diptera, Volume 1 NRC Research Press Ottawa, Canada 714p

Costa, C 1997 Diversidad de Coleoptera en el dosel del bosque del Parque Natural Metropolitano capturados con trampas de intercepción en árboles de *Luehea seemannii* Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Biología con especialización en Zoología Universidad de Panamá, Panamá 65p

COTGREAVE P M J HILL y J A MIDDLETON 1993 The relationship between body size and population size in bromeliad tank fauna. *Biological Journal of the Linnean Society* 49 367–380

CROAT T 1978 Flora of Barro Colorado Island Stanford University Press Stanford 943p

DELGADO L y C E MACHADO ALLISON 2006 La comunidad de insectos acuáticos asociados a *Alocasia macrorrhiza* en Venezuela Composición de la fauna y aspectos de su historia natural *Entomotropica* 21(2) 105 115

DISERUD O H y F ØDEGAARD 2007 A multiple site similarity measure *Biology Letters* 3 20–22

FERNÁNDEZ F 2003 Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia 398p

FINCKE O M 1992a. Consequences of larval ecology for territoriality and reproductive success of a Neotropical damselfly *Ecology* 73(2) 449–462

FINCKE O M 1992b Interspecific competition for tree holes Consequences for mating system and coexistence in Neotropical damselflies *The American Naturalist* 139(1) 80 101

FINCKE O M 1994 Population regulation of a tropical damselfly in the larval stage by food limitation cannibalism intraguild predation and habitat drying *Oecologia* 100 118 127

FINCKE O M 1996 Larval behaviour of a giant damselfly Territoriality or size dependent Dominance? *Animal Behavior* 51 77–87

FINCKE O M 1999 Organization of predator assemblages in Neotropical tree holes effects of abiotic factors and priority *Ecological Entomology* 24 13–23

FINCKE O M S P YANOVIK y R D HANSCHU 1997 Predation by odonates depresses mosquito abundance in water filled tree holes in Panama. *Oecologia* 112 244 253

FISH D 1983 Phytotelmata Flora and Fauna. In Frank J H & Lounibos L P (eds) Phytotelmata terrestrial plants as hosts for aquatic insect communities Plexus Publishing Inc Medford NJ 293p

FISHER R A A S CORBET y C B WILLIAMS 1943 The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of animal population *Journal of Animal Ecology* 12 42–58

FRANK J H y L P LOUNIBOS 2009 Insects and allies associated with bromeliads a review *Terrestrial arthropod reviews* 1(2) 125–153

FRANK J H S SREENIVASAN P J BENSHOFF M A DEYRUP G B EDWARDS S E HALBERT A B HAMON M D LOWMAN E L MOCKFORD R H SCHEFFRAHN G J STECK M C THOMAS T J WALKER y W C WELBOURN 2004 Invertebrate animals extracted from native *Tillandsia* (Bromeliales Bromeliaceae) in Sarasota County Florida *Florida Entomologist* 87(2) 176 185

FORATTINI O P 1965 Entomologia Medica Vol 3 Universidad de Sao Paulo Brasil 416p

FORATTINI O P A C GOMES D NATAL I KAKITANI y D MARUCCI 1987 Preferencias alimentares de mosquitos Culicidae no Vale do Ribeira, São Paulo Brasil *Revista de Saude Publica* 21 171 187

GASTON K J T M BLACKBURN P M HAMMOND y N E STORK 1993 Relationships between abundance and body size – where do the tourists fit? *Ecological Entomology* 18 310–314

GREENEY H F 2001 The insects of plant held waters a review and bibliography *Journal of Tropical Ecology* 17 241 260

GODFRAY H C O T LEWIS y J MEMMOTT 1999 Studying insect diversity in the tropics *Philosophical transactions of the Royal Society of London B* 354 1811–1824

GOULART M T CÉSAR T FERNANDES M L FRANÇA L P LOUNIBOS y R LOURENÇO DE OLIVEIRA 2009 Bromeliad inhabiting mosquitoes in an urban botanical garden of dengue endemic Rio de Janeiro Are bromeliads productive habitats for the invasive vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*? *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 104(8) 1171 1176

HANSON P E y I D GAULD (eds) 2006 Hymenoptera de la Región Neotropical Memoirs of the American Entomological Institute 994p

JABIOL J B CORBARA A DEJEAN y R CEREGHINO 2009 Structure of aquatic insect communities in tank bromeliads in a East Amazonian rainforest in French Guiana *Forest Ecology and Management* 257 351–360

KITCHING R L 2000 Food Webs and Container Habitats The Natural History and Ecology of Phytotelmata Cambridge University Press, New York 431p

LAESSLE A M 1961 A micro limnological study of Jamaican bromeliads *Ecology* 42 499–517

LANE J 1953a Neotropical Culicinae vol 1 University of Sao Paulo Brasil 548p

LANE J 1953b Neotropical Culicinae vol 2 University of Sao Paulo Brasil 1112p

LANGELLOTTO G A y R F DENNO 2004 Responses of invertebrate natural enemies to complex structured habitats a meta analytical synthesis *Oecologia* 139 1–10

LAUBE S y G ZOTZ 2007 A metapopulation approach to the analysis of long term changes in the epiphyte vegetation on the host tree *Annona glabra* *Journal of Vegetation Science* 18 613–624

LAWTON J H y D SCHRÖDER 1977 Effects of plant type size of geographical range and taxonomic isolation on number of insect species with British plants *Nature* 265 137 140

LAWTON J H 1983 Plant architecture and the diversity of the phytophagous insects *Annual Review of Entomology* 28 23 39

LEROY C B CORBARA A DEJEAN y R CEREGHINO 2009 Potential sources of nitrogen in an ant garden tank bromeliad *Plant Signaling & Behavior* 4(9) 868 870

LIRIA J 2007 Fauna fitotelmata en las bromelias *Aechmea fendleri* André y *Hohenbergia stellata* Schult del Parque Nacional San Esteban Venezuela *Revista Peruana Biologica* 14(1) 33 38

LOURENÇO DE OLIVEIRA R y R HEYDEN 1986 Alguns aspectos da ecologia dos mosquitos (Diptera Culicidae) de uma área de planície no Rio de Janeiro IV Preferencias alimentares e frequencia domiciliar *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 81 15 27

MACARTHUR R H y E O WILSON 1967 The Theory of Island Biogeography
Princeton Univeristy Press Princeton NJ

MACHADO ALLISON C E R BARRERA L DELGADO C GOMEZ-COVA y J C
NAVARRO 1986 Mosquitoes (Diptera-Culicidae) of the Phytotelmata in Panaquire
Venezuela *Acta Biologica Venezuelica* 12(2) 1 12

MAGUIRE B Jr 1971 Phytotelmata Biota and Community Structure Determination in
Plant Held Waters *Annual Review of Ecology and Systematics* 2 439-464

MERRITT R W K W CUMMINS y M B BERG 2008 An Introduction to the Aquatic
Insects of North America Kendall Hunt Publishing Company USA 1158p

MESTRE L J ARANHA y M ESPER 2001 Macroinvertebrate Fauna Associated to the
Bromeliad *Vriesea inflata* of the Atlantic Forest (Paraná State Southern Brazil) *Brazilian
Archives of Biology and Technology* 44 (1) 89-94

NAVARRETE HEREDIA J L A F NEWTON M K THAYER J S ASHE y D S
CHANDLER 2002 Guía ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de
México Guadalajara, Universidad de Guadalajara y Conabio 401p

OSPINA BAUTISTA F J V ESTÉVES VARÓN J BETANCOUR y E REALPE
REBOLLEDO 2004 Estructura y composición de macroinvertebrados acuáticos asociados
a *Tillandsia turneri* Baker (Bromeliaceae) en un bosque alto andino colombiano *Acta
Zoológica Mexicana* 20(1) 153 166

OSPINA BAUTISTA F J V ESTEVEZ VARÓN E REALPE y F GAST 2008
Diversidad de invertebrados acuáticos asociados a Bromeliaceae en un bosque de montaña
Revista Colombiana de Entomología 34(2) 224-229

PICADO C 1913 Les Broméliacées épiphytes considérées comme milieu biologique
Bulletin Scientifique France et Belgique 5 215 360

RICHARDSON B 1999 The bromeliad microcosm and the assessment of faunal diversity in a Neotropical forest *Biotropica* 31 321–336

RICHARDSON B A C ROGERS M J y RICHARDSON 2000 Nutrients diversity and community structure of two phytotelm systems in a lower montane forest, Puerto Rico *Ecological Entomology* 25 348–356

SRIVASTAVA D S 2006 Habitat structure trophic structure and ecosystem function interactive effects in a bromeliad–insect community *Oecologia* 149 493–504

SRIVASTAVA D S J KOLASA J BENGTSSON A GONZALEZ S P LAWLER T E MILLER P MUNGUIA T ROMANUK D V SCHNEIDER y M K TRZCINSKI 2004 Are natural microcosms useful model systems for ecology? *Trends in Ecology and Evolution* 19(7) 379–384

SRIVASTAVA D S y J H LAWTON J H 1998 Why more productive sites have more species an experimental test of theory using tree hole communities *The American Naturalist* 152 510–529

SCHMIDT G y G ZOTZ 2000 Herbivory in the epiphyte *Vriesea sanguinolenta* Cogn & Marchal (Bromeliaceae) *Journal of Tropical Ecology* 16 829–839

SCHOWALTER, T D 2006 Insect Ecology An ecosystem approach (2 ed) Academic Press London UK 572p

SMITHERS C N 1990 Keys to the families and genera of Psocoptera (Arthropoda Insecta) Technical of the Australian Museum Australia. 58p

STEHR F W 1991 Immature insects Vol 2 Kendall/Hunt Publishing Company Dubuque 975p

- STORK N E 1987b Guild structure of arthropods from Bornean rain forest trees *Ecological Entomology* 12 69 80
- STUNTZ S C ZIEGLER U SIMONT y G ZOTZ 2002 Diversity and structure of the arthropod fauna within three canopy epiphyte species in central Panama. *Journal of Tropical Ecology* 18 161 176
- STUNTZ S U SIMON y G ZOTZ 2003 Arthropod seasonality in tree crowns with different epiphyte loads In Y Basset V Novotny S E Miller R L Kitching (Ed) *Arthropods of tropical forests Spatio temporal dynamics and resource use in the canopy* 176 188 Cambridge Cambridge University Press
- TRIERWEILER R W S A HUNTER J E JUN y A R NOWOGRODZKI 2005 Island Biogeography Theory as applied to tank bromeliad communities *Dartmouth Studies In Tropical Ecology* 58-61
- VESPRINI J L L GALETTO y G BERNARDELLO 2003 The beneficial effect of ants on the reproductive success of *Dyckia floribunda* (Bromeliaceae) an extrafloral nectary plant. *Canadian Journal of Botany* 81 24-27
- WITTMAN P K 2000 The Animal Community Associated with Canopy Bromeliads of the lowland Peruvian Amazon Rain Forest *Selbyana* 21(1 2) 48 51
- WOLDA H 1983 Diversidad de la entomofauna y cómo medirla Informe final IX CLAZ Peru pp 181 186
- YANOVIK S P 2001a. Predation resource availability and community structure in Neotropical water filled tree holes *Oecologia* 126 125–133
- YANOVIK S P 2001b The Macrofauna of Water filled Tree Holes on Barro Colorado Island Panama. *Biotropica* 33(1) 110–120

YANOVIK S P 2001c Container Color and Location affect Macroinvertebrate Community Structure in Artificial Treeholes in Panama *Florida Entomologist* 84(2) 265-271

ZOTZ G y V THOMAS 1999 How Much Water is in the Tank? Model Calculations for Two Epiphytic Bromeliads *Annals of Botany* 83 183-192

ZOTZ G 2007 The population structure of the vascular epiphytes in a lowland forest in Panama correlates with species abundance *Journal of Tropical Ecology* 23 337-342

ZOTZ G y S SCHULTZ 2008 The vascular epiphytes of a lowland forest in Panama: species composition and spatial structure *Plant Ecology* 195 131-141

http://www.anam.gob.pa/index.php?option=com_content&view=article&catid=78%3Aparques&id=324%3Asoberania&Itemid=322&lang=es

ANEXO 1 Clasificación taxonómica, abundancia, frecuencia y grupo trófico de los insectos colectados en 72 bromelias. La frecuencia corresponde al número de bromelias en las que la morfoespecie fue encontrada. Niveles del grupo trófico: a = hormiga, d = detritívoro, f = fungívoro, h = herbívoro, n i = no identificado, p = depredador, pa = parasitoide, x = xilófago. Niveles del grupo trófico de insectos acuáticos: c f = colector filtrador, c r = colector recolector, t-d = triturador detritívoro, t h = triturador herbívoro. Gamboa, Panamá 2009

Orden	Familia	Morfoespecie	Abundancia por tamaño de bromelia			frecuencia	Grupo trófico
			grande	mediana	pequeña		
THYSANURA	Lepismatidae	Morfo 1	1			1	d
COLLEMBOLA	Entomobryidae	Morfo 1	51	12	6	23	d
	Isotomidae	Morfo 1	15	8	7	16	d
ODONATA	Coenagrionidae	<i>Argia</i> sp		1		1	p
BLATTODEA	Blattidae	Morfo 1	119	32	2	10	d
	Blattellidae	Morfo 1	433	93	10	41	d
ORTHOPTERA	Tettigoniidae	Morfo 1		1		1	h
ISOPTERA	Termitidae	Morfo 1	476	5		7	h
EMBIOPTERA	Oligotomidae	Morfo 1	125	48	22	41	d
PSOCOPTERA	Lepidopsocidae	Morfo 1	64	19	12	19	d
	Archipsocidae	Morfo 1	10	43		4	d
HEMIPTERA	Velidae	<i>Paravelia</i> sp	89	22		39	p
	Nabidae	Morfo 1	7	9	1	9	p
	Lygaeidae	Morfo 1	11	2		2	h
	Coreidae	Morfo 1	11			8	h
	Cydnidae	Morfo 1	2	1		3	h
	Coremelaenidae	Morfo 1	53	14	16	26	h
	Scutelleridae	Morfo 1	3			2	h
	Pentatomidae	Morfo 1	1			1	h
	Cicadellidae	Morfo 1	4			2	h
	Carabidae	Morfo 1	1			1	p
COLEOPTERA	Dytiscidae	Morfo 1		1		1	p
	Hydrophilidae	<i>Phaenonotum</i> sp	23	1		9	d/c r
		<i>Phaenonotum</i> Larva	33	6		13	p
	Staphylinidae	Osorinae Morfo 1	18	3	2	15	d
		Osorinae Morfo 2	1			1	d
		Oxytelinae Morfo 1	3			3	d
		Oxytelinae Morfo 2	1			1	d
		Oxytelinae Morfo 3	2			2	d
		Oxytelinae Morfo 4	7	2	1	9	d

Orden	Familia	Morfoespecie	Abundancia por tamaño de bromelia			frecuencia	Grupo trófico
			grande	mediana	pequeña		
		Oxytelinae Morfo 5	1			1	d
		Oxytelinae Morfo 6		1		1	d
		Oxytelinae Morfo 7	3			1	d
		Paederinae Morfo 1	3			2	p
		Staphylininae Morfo 1	8			3	p
		Staphylininae Morfo 2	2			1	p
		Staphylininae Morfo 3	4			2	p
		Tachiporinae Morfo 1	1			1	p
		Tachiporinae Morfo 2		1		1	p
		Larva Morfo 1	10	2	1	8	n i
		Larva Morfo 2	2	2		4	n i
		Larva Morfo 3	12	1		5	n i
		Larva Morfo 4	1			1	n i
	Pselaphidae	Morfo 1	1	1		2	p
		Morfo 2	1			1	p
	Dermestidae	Morfo 1	1	1	1	3	d
		Morfo 2		1		1	d
	Elaterridae	Morfo 1	1			1	n i
		Morfo 2	1		1	2	n i
		Morfo 3	1			1	n i
		Morfo 4	1			1	n i
		Larva Morfo 1	21	2	1	14	n i
		Larva Morfo 2		3	1	4	n i
		Larva Morfo 3		1		1	n i
	Buprestidae	Morfo 1	1			1	h
	Cryptophagidae	Morfo 1	10		1	5	f
		Morfo 2	3			2	f
		Morfo 3		1		1	f
	Cucujidae	Morfo 1	1			1	f
	Nitidulidae	Morfo 1	2	2		3	n i
		Morfo 2			1	1	n i
		Morfo 3		1		1	n i
		Morfo 4		1		1	n i
		Morfo 5	2			2	n i

Orden	Familia	Morfoespecie	Abundancia por tamaño de bromelia			frecuencia	Grupo trófico
			grande	mediana	pequeña		
LEPIDOPTERA	Endomychidae	Morfo 1	1	1		2	f
	Tenebrionidae	Morfo 1	2			1	d
		Morfo 2	15	1		9	d
		Morfo 3			1	1	d
		Morfo 4	1		1	2	d
		Morfo 5	1			1	d
		Larva Morfo 1	63	6	7	21	d
	Scirtidae	<i>Scirtes</i> sp	876	188	14	39	d/t h
	Alleculidae	Morfo 1	5			2	h
	Scarabaeidae	Acanthocerinae morfo 1			2	2	f
		Cetoniinae morfo 1		1		1	h
		Larva Morfo 1	6			2	x
		Larva Morfo 2	1			1	x
	Bruchidae	Morfo 1	7	9	1	13	h
		Morfo 2	1			1	h
	Curculionidae	<i>Baris</i> sp	5	1		2	h
		<i>Cryptorhynchus</i> sp1	1			1	h
		<i>Cryptorhynchus</i> sp2			1	1	h
		<i>Ithaura</i> sp	1			1	d
		<i>Metamasius</i> sp	1			1	h
		<i>Myrmex</i> sp	1			1	h
		<i>Sitophilus</i> sp	4	2		3	h
		Larva Morfo 1	11	1		6	h
	Scolytidae	<i>Xylosandrus</i> sp	1			1	x
		<i>Xyleborus</i> sp	6			1	x
	Pyralidae	Morfo 1	106	8	4	23	h
		Morfo 2	4			1	h
	Nymphalidae	Morfo 1		2	3	3	h
DIPTERA	Tipulidae	Morfo 1	9			1	d/t-d
		Morfo 2	723	370	76	64	d/t d
	Psychodidae	Morfo 1	431	3	1	21	d/c r
		Morfo 2	667	197	3	39	d/c r
		Morfo 3	1			1	d/c r

Orden	Familia	Morfoespecie	Abundancia por tamaño de bromelia			frecuencia	Grupo trófico
			grande	mediana	pequeña		
HYMENOPTERA	Culicidae	<i>Culex (microculex) sp</i>	2438	388	11	47	d/c f
		<i>Limatus durhami</i>	11			1	d/c f
		<i>Weyomyia scotinomus</i>	815	310	23	57	d/c f
		<i>Weyomyia sp</i>	4078	1411	31	47	d/c f
		<i>Toxorhynchites theobaldi</i>	15	13		16	p
	Ceratopogonidae	Morfo 1	19	37	10	20	d/c r
		Morfo 2	516	622	11	38	d/c r
		Morfo 3			1	1	d/c r
		Morfo 4	2778	648		42	d/c-r
		Morfo 5	23			3	d/c r
		Morfo 6	281	65	7	30	d/c r
	Chironomidae	Chironomini Morfo 1	6762	754	17	45	d/c r
	Cecidomyiidae	Morfo 1	109			1	n i
	Stratiomyidae	Morfo 1	4	3		2	d/c-r
	Tabanidae	Morfo 1	37	31	3	44	d
		Morfo 2		1		1	d
	Syrphidae	<i>Eristalis sp</i>	8			1	d/c r
		Morfo 1	4			2	d/c r
		Morfo 2		1		1	d/c r
		Morfo 3		1		1	d/c r
	Sciomyzidae	Morfo 1	1			1	d
	Ephydriidae	Morfo 1	1			1	d/c r
		Morfo 2	1			1	d/c r
		Morfo 3	2			1	d/c r
	Drosophilidae	Morfo 1	2			1	d
		Morfo 2	2			2	d
		Morfo 3	1			1	d
	Ceraphronidae	Morfo 1	1	1		2	pa
	Diapriidae	Morfo 1	1			1	pa
	Formicidae	<i>Anochetus sp</i>	1			1	a
		<i>Azteca sp1</i>	1			1	a
		<i>Azteca sp2</i>	1			1	a

Orden	Familia	Morfoespecie	Abundancia por tamaño de bromelia			frecuencia	Grupo trófico
			grande	mediana	pequeña		
		<i>Brachymyrmex</i> sp	38	2		2	a
		<i>Camponotus</i> sp				2	a
		<i>Cephalotes</i> sp			1	1	a
		<i>Crematogaster</i> sp1	2			1	a
		<i>Crematogaster</i> sp2	1			1	a
		<i>Cyphomyrmex</i> sp	452	15		14	a
		<i>Dolichoderus bispinosus</i>	88	1	2	8	a
		<i>Dolichoderus curvilobus</i>	3	1		4	a
		<i>Dolichoderus laminata</i>	2			2	a
		<i>Dolichoderus</i> sp	1		1	2	a
		<i>Hylomyrma</i> sp	27744	7848	1026	66	a
		<i>Hypoponera</i> sp	8			1	a
		<i>Monomorium</i> sp	95	97		19	a
		<i>Odontomachus</i> sp1	1			1	a
		<i>Odontomachus</i> sp2	1			2	a
		<i>Pachychondyla</i> sp		1		1	a
		<i>Paratrechina</i> sp1	1			1	a
		<i>Paratrechina</i> sp2	15			2	a
		<i>Prenolepis</i> sp	3		4	2	a
		<i>Pseudomyrmex</i> sp		1		1	a
		<i>Pseudomyrmex viduus</i>	1			1	a
		<i>Pyramicas</i> sp	12	13	2	8	a
		<i>Rogeria</i> sp	31	12		17	a
		<i>Technomyrmex</i> sp	1			1	a
TOTAL			51017	13407	1350		